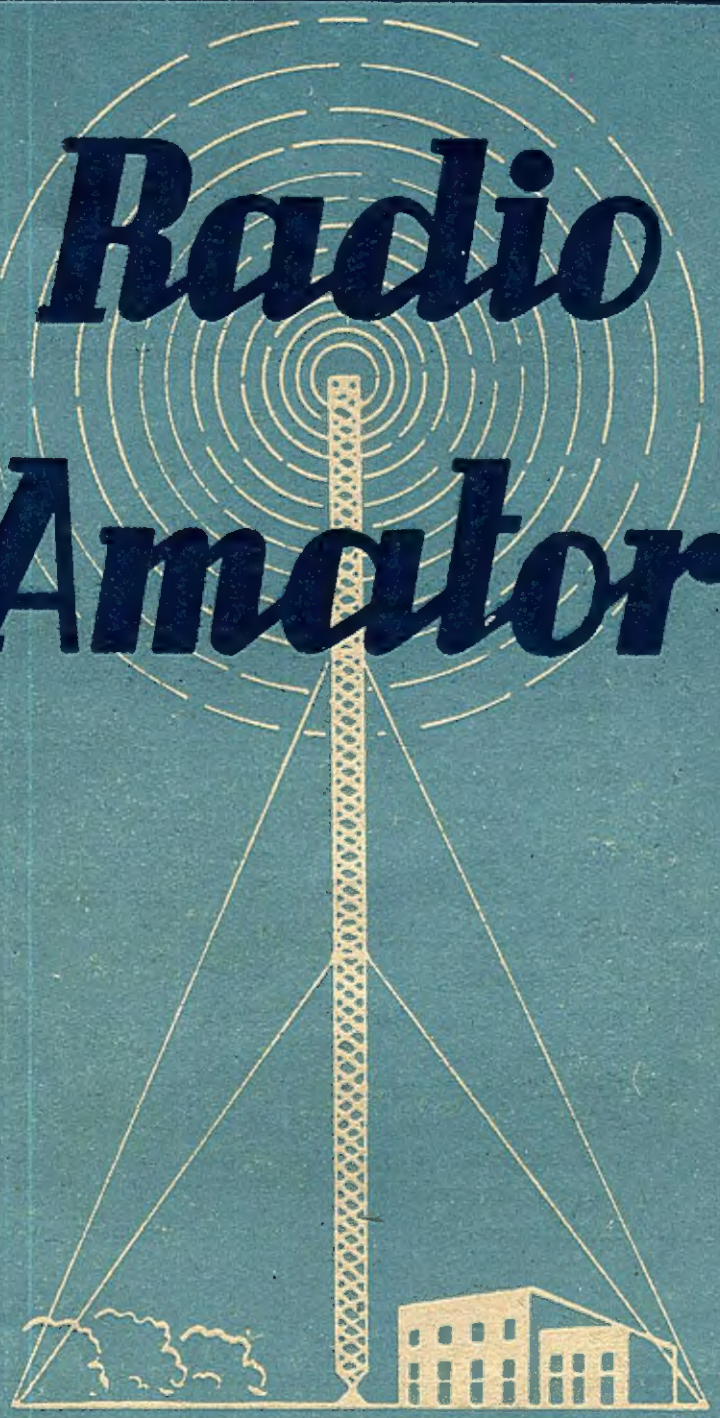
MIESIĘCZNIK CENA ZŁ 4.-

Radio Amator



Wydawnictwa Komunikacyjne

ROK II MARZEC 1952 R. Nr 3

TREŚĆ NUMERU:

1. Podnosimy poziom wyszkolenia ideologicznego
2. Telewizja (XXXI)
3. To wcale nie trudne... Jak czytać i rozumieć schematy radiowe (22)
4. Uczmy się radiotechniki. Równanie różniczkowe lampy trójelektrodowej
5. Przecokołowywanie lamp prostowniczych
6. Przegląd schematów
7. Pomiary kondensatorów elektrolitycznych
8. Magnetofon amatorski
9. Skupianie magnetyczne
10. Uniwersalny i prosty woltomierz amatorski na prąd zmienny i stały
11. Wzmacniacze bez lamp
12. Poczta Radioamatora. Na zapytania — Co to jest automatyczne i półautomatyczne przedpięcie. Odpowiedzi redakcji
13. Zmniejszenie indukcyjności cewek ekranowych.

Radio Amator

ROK II MARZEC 1952 r. Nr 3

Podnosimy poziom wyszkolenia ideologicznego

ZORGANIZOWANI RADIOAMATORZY, a tym bardziej radioamatorzy niezrzeszeni, zbyt małą uwagę przywiązują do szkolenia ideologicznego, kładąc w swej pracy nacisk na możliwie doskonałe opanowanie teoretycznych podstaw radiotechniki oraz na zdobycie umiejętności praktycznych. Pokutuje jeszcze stare przekonanie, że radiotechnika czy radioamatora nic innego nie powinno interesować jak tylko urządzenie radiowe i że tylko specjalizując się na wąskim odcinku można dojść do wielkich osiągnięć, gdyż zajmowanie się innymi sprawami odbija się na wynikach pracy. A przecież każdy z wyznawców tego poglądu, gdy się chwilę zastanowi — wykryje, czyim interesom świadomie czy nie świadomie sprzyjają ci, którzy postępują zgodnie ze swym „apolitycznym" sumieniem. Przecież w interesie kapitalistów leżało odwrócenie uwagi mas pracujących od polityki, od rewolucyjnej ideologii klasy robotniczej.

Sytuacja się zmieniła. W Polsce, budującej ustrój socjalistyczny, radiotechnicy i radioamatorzy pracują dla wspólnego dobra. Dzięki ich osiągnięciom następuje szybszy rozwój radiofonii, przemysłu radiotechnicznego, wzrastają siły naszego Ludowego Wojska. Wydawać by się więc mogło, że w tych warunkach rząd i partia powinni popierać wyłącznie specjalizację pracowników technicznych, nie troszcząc się o ich wyszkolenie ideologiczne. Tymczasem sprawy ideologiczne, uświadomienie polityczne nie są i nie mogą wcale być usuwane na plan dalszy. Stalin na podstawie swych trafnych obserwacji na XVIII zjeździe WKP(b) oświadczył: „Można z całą pewnością powiedzieć, że gdybyśmy zdołali wychować pod względem ideologicznym nasze kadry ze wszystkich dziedzin pracy i potrafili tak je zahartować pod względem politycznym, by mogły się one swobodnie orientować w sytuacji wewnętrznej i międzynarodowej, gdybyśmy zdołali uczynić z nich całkowicie dojrzałych marksistów-leninowców, umiejących rozwiązywać bez poważnych błędów sprawy dotyczące kierownictwa kraju — to mielibyśmy wszystkie dane po temu, że dziewięć dziesiątych wszystkich naszych zagadnień zostało rozwiązanych."

Sprawa szkolenia ideologicznego nie jest więc sprawą błahą. Uświadomiony obywatel Państwa Ludowego zna metodę dialektyczną i posiada naukowy pogląd na świat, który określa jego stosunek do idei, głoszonych przez jawnych lub ukrytych wrogów; materializm historyczny tłumaczy prawa rządzące społeczeństwem i pozwala mu trafnie przewidywać bieg wydarzeń; historia międzynarodowego ruchu robotniczego, historia WKP(b), dzieje polskiego proletariatu i jego partii przekonują każdego o słuszności naszej polityki wewnętrznej i zagranicznej. Nic dziwnego, że taki obywatel nie będzie podatny na wrogą propagandę, głoszoną przez rodzimą i zagraniczną reakcję. W pracy natomiast będzie wydatniejszy i wytrwalszy niż osoba „apolityczna". Dopiero bowiem uświadomienie ideologiczne i polityczne wraz z wiedzą fachową tworzą pełnowartościowego obywatela Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej.

Omawiane tu sprawy są niezwykle ważne dla radioamatorów. Krótkofalowcy LPŻ, rozmawiając z radiowcami zagranicznymi, stykają się niejednokrotnie z wrogą propagandą, która walczy przeciwko nam kłamstwem, oszczerstwem, plotką. Muszą oni na te wiadomości odpowiednio zareagować i swoim kolegom zagranicznym odsłonić kulisy kampanii, prowadzonej przeciw krajom demokracji ludowej. Polscy krótkofalowcy są przecież w eterze bojownikami o pokój. Członkowie LPŻ — to zaplecze sił zbrojnych obozu pokoju, którego potęga krzyżuje plany podżegaczy wojennych.

Młodzi radioamatorzy zorganizowani w szkolnych Kołach SKRK wychowanie ideologiczno-polityczne odbierają w szkole. Natomiast radioamatorzy niezorganizowani mogą korzystać z akcji szkoleniowej, prowadzonej przez Związki Zawodowe, Związek Młodzieży Polskiej, zakłady pracy itd. Rozwijający się ruch radioamatorski dbać powinien nie tylko o wzrost swoich szeregów, ale i o swoje założenia ideologiczne. Wzorem mogą nam być radioamatorzy radzieccy, którzy dzięki podbudowie ideologicznej uzyskali tak piękne wyniki teoretyczne i praktyczne w radiotechnice.

Mgr inż. T. Bzowski

Telewizja

Część XXXI

ZASILACZE WYSOKIEGO NAPIĘCIA

Poprzednio zostały omówione układy odchylające. Dodatkowo przy opisywaniu układów odchylających magnetycznych poruszono sprawę wytwarzania wysokiego napięcia dla zasilania kineskopów.

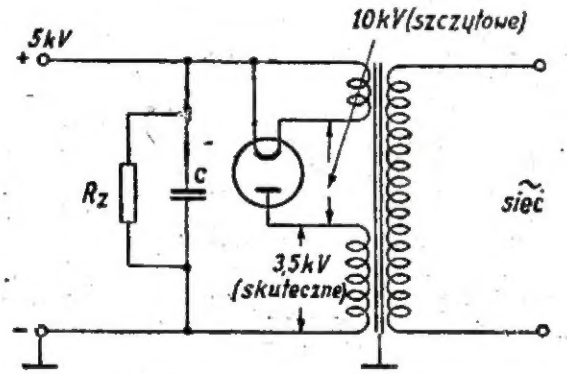
Obecnie uzupełniamy nasze wiadomości odnośnie zasilaczy wysokiego napięcia innymi układami stosowanymi w praktyce.

Ogólnie można powiedzieć, że w telewizji stosuje się następujące typy zasilaczy wysokiego napięcia:

1) sieciowe
2) wysokiej częstotliwości
3) impulsowe.

Wymienione zasilacze mogą prostować bezpośrednio napięcie zmienne lub w specjalnych układach prostowniczych zwielokrotniać je.

Zasilacze impulsowe zostały już opisane przy układach odchylania magnetycznego, w których jak wiemy należało pogodzić z sobą dwie czynności: odchylania i wytwarzania wysokiego napięcia. Jest to sprawa dość trudna, gdyż albo wymaga pewnego kompromisu, albo zmusza do stosowania dużych lamp i dobrych materiałów magnetycznych dla transformatorów odchylających. Oddzielenie tych czynności byłoby zatem wskazane, co zresztą stosuje się w praktyce, pomimo, że zwiększa się ogólna ilość lamp odbiornika. Przy jednoczesnym odchylaniu i wytwarzaniu



Rys. 1 Zasilacz sieciowy wysokiego napięcia

wysokiego napięcia przy braku dobrych materiałów magnetycznych i odpowiednich lamp można stosować układy prostownicze podwyższające napięcie (powielacze napięcia).

Zasilacze impulsowe opisane poniżej będą układami wytwarzającymi tylko wysokie napięcie, względnie układami z powielaniem wysokiego napięcia.

Przeciętny maksymalny pobór prądu z zasilacza wysokiego napięcia dla telewizyjnych lamp odbiorczych (kineskopów) waha się od 100 do 150 μA przy napięciu od 5 do 15 kV.

Ważne jest tutaj uzyskanie możliwie stałego wysokiego napięcia. Jak wiemy prostownik wysokiego napięcia zasila anodę kineskopu prądem zmieniającym się w takt zmian jasności sceny nadawanej. Z drugiej strony wiemy, że od wielkości wysokiego napięcia zależą: wymiary obrazu otrzymanego na ekranie oraz ostrość obrazu.

Jeżeli teraz zmiany prądu pobieranego wywołują zmianę wysokiego napięcia zasilającego, to zarówno wielkość obrazu jak i jego ostrość będą się zmieniały. Szczególnie będzie to wyraźne, gdy po scenie jasnej nastąpi scena ciemna (duże różnice poboru prądu z prostownika).

Reasumując można zasilaczom wysokiego napięcia postawić dwa wymagania.

1. Stałe wysokie napięcie przy zmianach prądu obrazu dla całej wstęgi częstotliwości wizji.
2. Stałe wysokie napięcie dla bardzo wolnych zmian prądu obrazu, tj. dla składowej stałej prądu obrazu.

Pierwszy warunek łatwo jest spełnić przy pomocy kondensatora akumulującego C (rys. 1). Przypuśćmy, że maksymalny prąd odpowiadający najjaśniejszym punktom obrazu wynosi 100 μA przy 5 kV. Wówczas oporność obciążenia prostownika lampą obrazową (kineskopem) jest równe 50 MΩ. Przyjmując stałą czasu obwodu akumulującego R-C pięć razy większą od czasu trwania ramki $\left(\frac{1}{50}\text{ sek.}\right)$ otrzymamy wartość stałej czasu obwodu równą:

$$R\,C = \frac{1}{50} \cdot 5 = 0{,}1 \text{ sek.}$$

Po podstawieniu wartości na R ostatecznie otrzymamy

$$C = \frac{0{,}1}{R} = \frac{0{,}1}{50 \cdot 10^6} = 0{,}002\ \mu F.$$

Kondensator o tej wartości zabezpieczy stałość wysokiego napięcia zapobiegając wahaniom wywołanym zmianami prądu w zakresie częstotliwości wizyjnych.

Należy tylko pamiętać, aby zastosować kondensator na odpowiednio wysokie napięcie pracy.

Co się tyczy drugiego wymagania, to wiadome jest, że każdy prostownik posiada oporność wewnętrzną i żadne zwiększenie pojemności C nie usunie jej wpływu dla bardzo wolnych zmian prądu pobieranego.

Dla możliwości porównania różnych typów prostowników wysokiego napięcia należy określić dozwolone granice zmian wysokiego napięcia wywołane wahaniami obciążenia, przyjmując np. 100 μA jako maksymalny prąd odpowiadający poziomowi bieli.

Określono, że dla obrazu bezpośrednio oglądanego z ekranu kineskopu wahania wysokiego napięcia pod wpływem zmian obciążenia nie powinny przekraczać 10%, natomiast dla małego odbiornika projekcyjnego powinny być mniejsze od (1 ÷ 2) %.

Podobnie szkodliwie działają tętnienia na prostowniku wysokiego napięcia, szczególnie przy zasilaniu częstotliwością sieci; jest to częstotliwość równa częstotliwości ramki.

Tutaj dopuszczalne są tętnienia do 2%. Dla usunięcia ich należy dać pojemność C większą niż wypada z poprzedniego obliczenia lub trzeba dodatkowo zastosować filtr $R_1 - C_1$. Należy jednak pamiętać, że wpływa on szkodliwie na wahania wysokiego napięcia dla bardzo wolnych zmian obciążenia i dlatego należy stosować go ostrożnie. Jako elementy prostownicze stosuje się lampy próżniowe względnie elementy prostowników metalowych. Lampy muszą mieć wysokie napięcie inwersji (dwukrotne napięcie wyprostowane) oraz mały pobór mocy żarzenia przy układach prostowniczych wielkiej częstotliwości lub impulsowych. Co się tyczy prostowników suchych, to dla ostatnich dwóch układów zasilaczy muszą one mieć małą pojemność.

Tyle byłoby ogólnych uwag co do prostowników wysokiego napięcia, obecnie omówimy poszczególne układy.

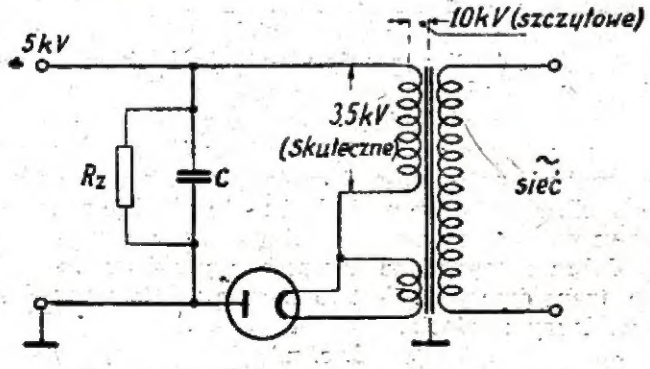
Najprostszymi układami sieciowych zasilaczy wysokiego napięcia są układy podane na rys. 1, 2 i 3.

Na rys. 1 mamy układ prostownika jednopołówkowego. Transformator sieciowy po wtórnej stronie posiada dwa uzwojenia: wysokiego napięcia i żarzenia lampy prostowniczej. Ze względu na mały pobór prądu wysokiego napięcia (ca 100 μ A) napięcie wyprostowane jest prawie równe amplitudzie sieciowego napięcia zasilającego. Jeżeli skuteczna wartość napięcia na wtórnym uzwojeniu transformatora wynosi 3,5 kV, to wytworzone wysokie napięcie prądu stałego będzie równe

$$V_{(\frown)} = \sqrt{2}\,V_{(\sim)} = \sqrt{2} \cdot 3{,}5\ \text{kV} \cong 5\text{kV}.$$

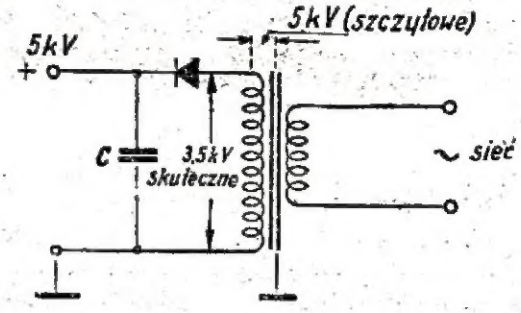
W tym przypadku należy zwrócić specjalnie uwagę na dobrą izolację uzwojeń wtórnych między sobą, gdyż występuje tu napięcie równe podwojonej wartości amplitudy napięcia zasilającego (w naszym przykładzie 10 kV).

Opór R_z rzędu 100 MΩ jest oporem zabezpieczającym. Zadanie jego polega na stworzeniu drogi rozładowania dla kondensatora C po wyłączeniu obciążenia i zasilacza, aby nie utrzymywało się wysokie napięcie na pojemności.



Rys. 2 Zasilacz sieciowy wysokiego napięcia

Na rys. 2 podany jest inny układ tego samego typu prostownika. W tym przypadku uzwojenie wtórne należy odizolować od rdzenia transformatora na tę samą wielkość napięcia, tzn. 10 kV.

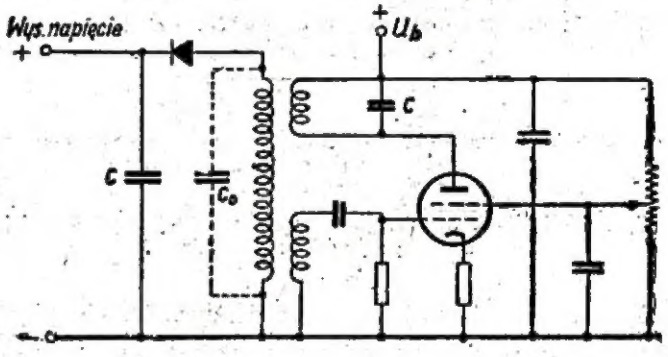


Rys. 3 Zasilacz sieciowy wysokiego napięcia

Rys. 3 przedstawia układ zasilacza wysokiego napięcia z prostownikiem metalowym. Zysk w porównaniu z poprzednimi układami określa się dwukrotnie mniejszym napięciem występującym między wtórnym uzwojeniem i rdzeniem oraz brakiem oporu zabezpieczającego, gdyż sam prostownik stanowi drogę wyładowania pojemności C po wyłączeniu prostownika i obciążenia.

Układ zasilacza wysokiego napięcia wielkiej częstotliwości podany jest na rysunku 4.

Tutaj źródłem napięcia zmiennego jest oscylator wielkiej częstotliwości, w danym przypadku w układzie Meissnera. Transformator wielkiej częstotliwości daje po wtórnej stronie wysokie napięcie wielkiej częstotliwości, które za pomocą prostownika zamieniamy na wysokie napięcie prądu stałego.



Rys. 4 Zasilacz wysokiego napięcia wielkiej częstotliwości z prostownikiem metalowym

Dzięki zastosowaniu wielkiej częstotliwości upraszcza się budowa transformatora. Wystarczają mniejsze ilości zwojów oraz mały rdzeń lub można transformator wykonać jako powietrzny, co przeważnie się stosuje. Występują tu dodatkowe trudności jak: 1) pojemność uzwojeń powinna tu być jak najmniejsza — należy sekcjonować uzwojenie, 2) efekt korony występuje silniej niż przy częstotliwości sieci, 3) straty są większe.

Korpus należy wykonywać ze szczelinami poprzecznymi i z dobrego materiału.

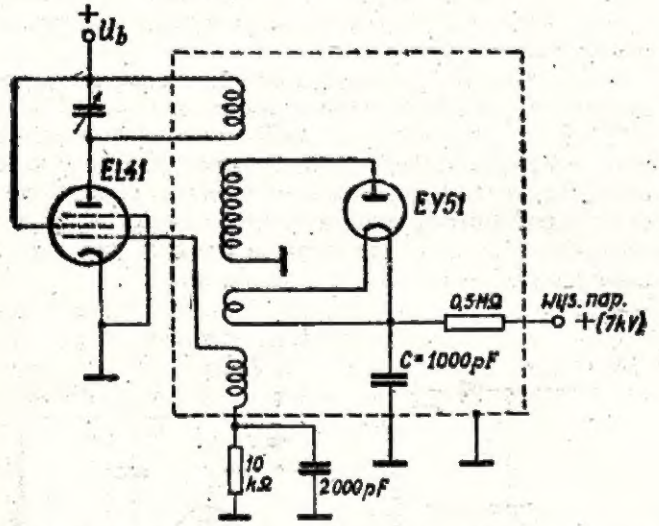
Cały transformator należy zatapiać lub oblewać np. woskiem.

Przy stosowaniu diody do prostowania należy żarzyć ją tą samą wielką częstotliwością. Dajemy wtedy dodatkowe uzwojenie. Dioda musi mieć małą moc żarzenia, gdyż w przeciwnym razie trudno jest uzyskać dużą wartość wysokiego napięcia.

W tym przypadku uzwojenia muszą mieć dostateczną izolację, podobnie jak w przypadku prostownika sieciowego (rys. 1, 2), jednak przy wielkiej częstotliwości, odległości między uzwojeniami są większe, co ułatwia zadanie.

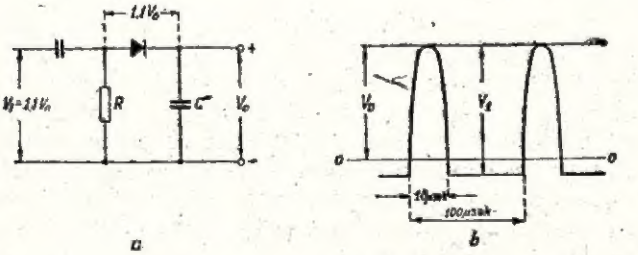
Lampa oscylatora musi być lampą mocy. Trioda daje lepszą regulację, natomiast tetroda lepszą sprawność.

W układzie tym uzyskuje się łatwą regulację amplitudy wyjściowej wysokiego napięcia, przy pomocy pojemności obwodu oscylacyjnego C. Ponieważ przepięcie w obwodzie wtórnym wysokiego napięcia następuje dla jego częstotliwości rezonansowej, zatem zmieniając częstotliwość w obwodzie pierwotnym, kondensatorem C otrzymujemy zmiany w obwodzie wtórnym. Stosuje się tu częstotliwości zawarte od 50 kc/s do 200 kc/s. Rys. 5 podaje zasilacz wielkiej częstotliwości z diodą.



Rys. 5 Zasilacz wysokiego napięcia wielkiej częstotliwości z diodą wysokiego napięcia

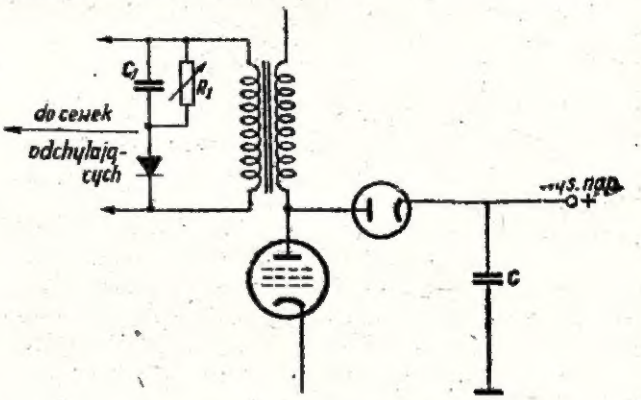
Prostownik impulsowy podaje rys. 6a. Napięcie impulsowe (rys. 6b) zasila układ prostownika, na wyjściu którego, na kondensatorze C otrzymujemy napięcie wyprostowane.



Rys. 6 a) Układ zasilacza impulsowego
b) Przebieg napięcia impulsowego
V_o — napięcie wyprostowane
V_u — napięcie impulsowe na wejściu

W tym układzie prostownik pracuje w łagodniejszych warunkach, gdyż napięcie inwersji jest równe 1,1 napięcia wyprostowanego, a więc prawie dwa razy mniejsze niż w prostowniku zasilanym napięciem sinusoidalnym.

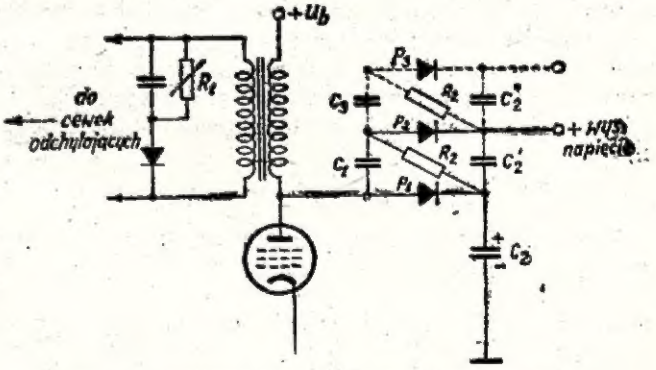
Rys. 7 przedstawia znany schemat układu praktycznego. Napięcie impulsowe otrzymuje się z transformatora układu odchylenia linii. W przeciętnym transformatorze można uzyskać całkowite napięcie impulsu ca 2 ÷ 3 kV, w lepszych transformatorach dochodzi ono do 6 kV.



Rys. 7 Zasilacz impulsowy wysokiego napięcia

Pewne zmiany wysokiego napięcia można uzyskać obwodem R_1 C_1, zmianę oporności R_1, która zmienia tłumienie oscylacji, a zatem amplitudę impulsu.

Na rys. 8 podany jest układ zasilacza impulsowego z powielaniem wysokiego napięcia.



Rys. 8 Zasilacz impulsowy wysokiego napięcia z powielaniem napięcia

Stosujemy ten układ gdy chcemy uzyskać wielokrotnie wyższe napięcie stałe, niż napięcie impulsu zasilającego, bez uciekania się do bezpośredniego zwiększenia napięcia impulsu. Teoretycznie można stosować 2, 3, 4 itd.-krotne zwiększenie napięcia, zależnie od potrzeby, pamiętając jednak, że praktycznie przez stosowanie coraz to większej ilości członów, straty rosną i napięcie otrzymane z każdego stopnia jest coraz to mniejsze. Wskutek możliwości stosowania małych pojemności i metalowych prostowników suchych, urządzenie może być małe i lekkie oraz tańsze ze względu na brak części ,gdzie wymagana byłaby dobra i kosztowna izolacja wysokiego napięcia (np. transformator). Jest to zresztą zaleta wszystkich powielaczy napięcia.

(d. c. n.)

Inż. Klimczewski Czesław

To wcale nie trudne...

Jak czytać i rozumieć schematy radiowe (22)

Automatyczna regulacja czułości

KAŻDY Z RADIOSŁUCHACZY z pewnością zauważył, że audycje odbierane przez aparat radiowy (szczególnie niskiej klasy) często ulegają chwilowym zanikom.

Zaniki te powodowane są różnymi przyczynami, a między innymi również i wskutek nakładania się na siebie dwu fal pochodzących z tej samej radiostacji nadawczej w przypadku, jeżeli fale te są odwrócone w stosunku do siebie w tzw. „fazie". Rezultatem takiego nakładania się fal jest fala wypadkowa, oddziaływująca słabiej na antenę odbiorczą niż fala normalnie do niej dochodząca. Dlaczego tak się dzieje nie jest to tematem niniejszego artykułu, dość wiedzieć, że sygnały otrzymywane przez antenę odbiorczą nie posiadają stale tej samej siły lecz mogą zmieniać ją w czasie. W wyniku tego i siła odbioru również zmienia się w czasie powodując tzw. popularnie „zaniki" uniemożliwiające swobodne słuchanie audycji.

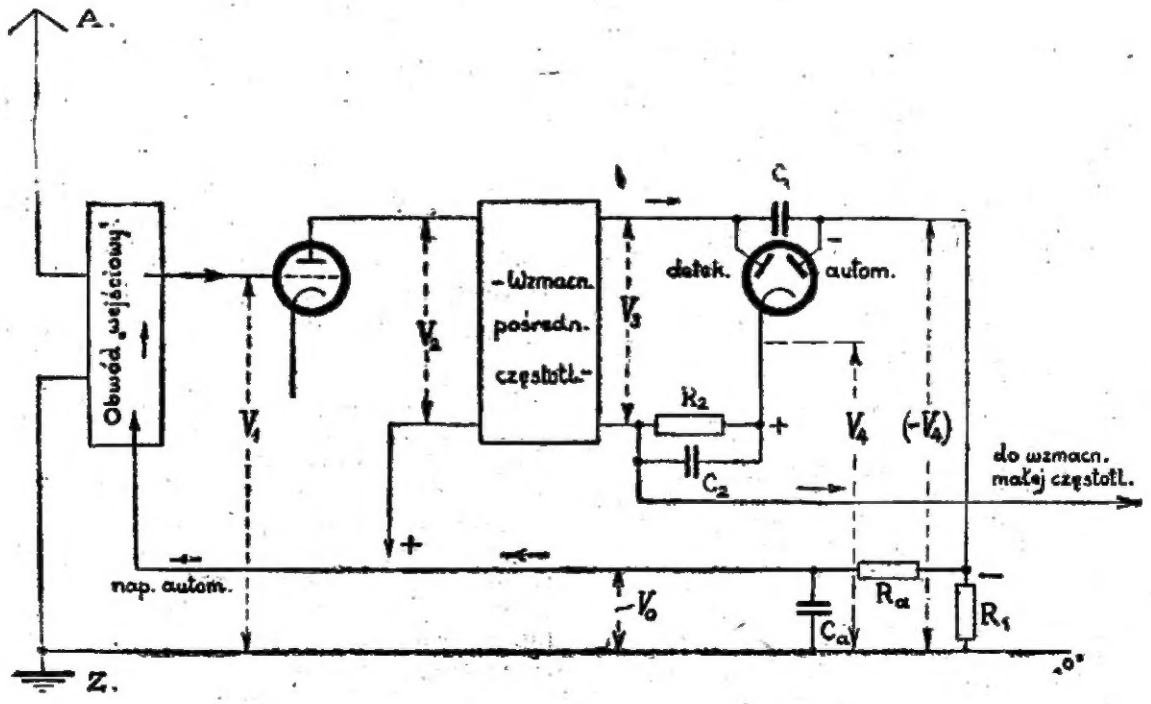
Tym „zanikom" zapobiega „automatyczna regulacja czułości" stosowana we wszystkich aparatach superheterodynowych. Do tego celu wyzyskana jest druga anoda „duodiody" lampy detekcyjnej.

Na rys. 1 przedstawiony jest ogólny schemat połączeń tworzących tę automatyczną regulację, która powoduje, że siła głosu stacji daleko położonych od anteny odbiorczej, stacji o małej mocy wypromieniowanych fal i stacji, których fale zanikają jest jednakowa (utrzymana w każdej chwili na tym samym poziomie).

Jak działa taka automatyczna regulacja?

Na siatkę sterującą lampy „mieszającej" (jeżeli nie ma przed nią stopnia wzmacniającego wielką częstotliwość) doprowadzone są napięcia otrzymane z anteny i wydzielone w obwodzie wejściowym aparatu. Wielkość tych napięć nazwijmy literą V_1. Napięcia te zostają następnie wzmocnione w lampie i po „zmieszaniu" doprowadzane są do wzmacniacza „pośredniej częstotliwości" jako napięcia V_2.

Po odpowiednim wzmocnieniu (i zwiększeniu selektywności) we wzmacniaczu pośr. częst. napięcia te (już jako V_3) dochodzą do detektora diodowego (jedna z anod „duodiody" lampy). Jeżeli napięcia te są modulowane częstotliwościami akustycznymi (małymi), to po detekcji otrzymuje się na oporze R_2 zmienne napięcia o częstotliwościach modulacji. Napięcia te przekazywane są następnie do wzmacniacza małej częstotliwości i po odpowiednim wzmocnieniu i uzyskaniu potrzebnej mocy w lampie głośnikowej — zasilają jeden lub więcej głośników. Wzmocnienie w lampie „mieszającej" zależne jest jednak od wiel-



Rys. 1

kości ujemnego napięcia dostarczonego do jej siatki sterującej. Nazwijmy to ujemne napięcie przez V_0.

Napięcie, jakie panuje w każdej chwili pomiędzy anodą detekcyjną a końcem mostka detekcyjnego (R_2, C_2) od strony przeciwnej katodzie lampy — nazwijmy V_3 (napięcie to jest następnie detektowane).

Druga anoda „duodiody" otrzymuje to samo napięcie V_3 poprzez kondensatorek C_1. Katoda „duodiody" przyłączona jest zwykle do niewielkiego (rzędu kilku woltów) napięcia dodatniego otrzymywanego z oporu „katodowego" tej lampy lub w jakiś inny sposób. Ponieważ anoda ta dołączona jest poprzez opór R_1 do ziemi (potencjału zerowego), przeto względem katody posiada ona potencjał ujemny równy powiedzmy „V_4". To też powoduje, że prąd wyprostowany w tej diodzie zacznie płynąć dopiero wówczas, gdy napięcie zmienne V_3 przyłożone do jej anody będzie większe od napięcia V_4 otrzymywanego z oporu R_1, ponieważ przeciwdziałają one sobie.

Anoda, o której mowa, połączona jest z dużym oporem R_a (rzędu 1 — 1,5 M Ω), którego koniec zablokowany jest do ziemi poprzez kondensator stały C_a o pojemności kilkudziesięciu tysięcy pF. Koniec tego oporu przyłączony jest (poprzez obwody aparatu) do siatki sterującej lampy „mieszającej". Pod wpływem przepływającego prądu przez diodę wytwarza się na tym oporze ujemne napięcie V_0, które po wyfiltrowaniu przez kondensator C_a przekazane zostaje do siatki sterującej lampy „mieszającej".

Czym większy będzie sygnał (V_3) przychodzący do „duodiody" z obwodów pośr. częst., tym większe napięcie ujemne (V_0) zostanie wytworzone na oporze Ra, gdyż większy prąd będzie przepływał przez diodę „automatyki".

Zwiększenie ujemnego napięcia na siatce lampy sterującej spowoduje zmniejszenie jej wzmocnienia, a co za tym idzie i osłabienie sygnału przesyłanego do dalszych obwodów odbiornika.

Widzimy więc, że przy bardzo silnych sygnałach otrzymanych z obwodu wejściowego aparatu wzmocnienie aparatu maleje i siła głosu odbieranych audycji się zmniejsza.

Jeżeli więc obwody aparatu i „automatycznej regulacji czułości" — tak zostaną skonstruowane, że pełne, największe wzmocnienie uzyskiwane będzie przy najsłabszych sygnałach otrzymywanych z anteny, to sygnały silniejsze będą odpowiednio mniej wzmacniane, tak, że siła głosu audycji będzie taka sama w obu przypadkach.

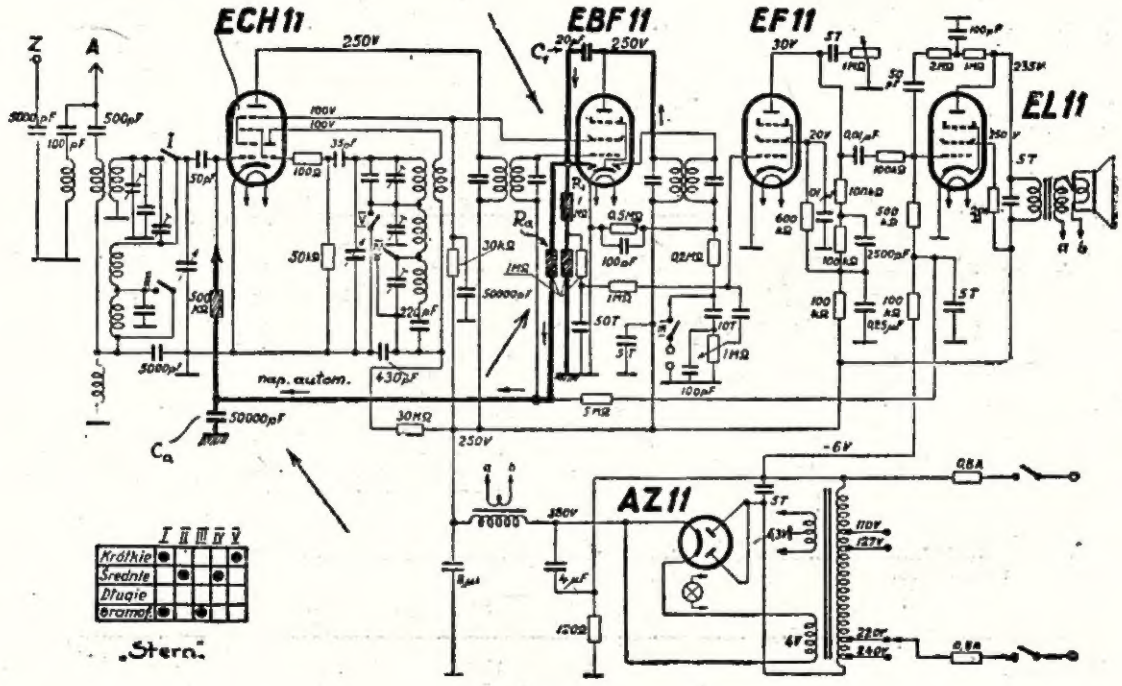
Dzięki temu, że dioda automatyki zaczyna pracować dopiero wówczas, gdy napięcie zmienne V_3 uzyskiwane z obwodów aparatu (przyłożne do niej) jest większe od napięcia V_4, przeto wszystkie słabe sygnały, pochodzące od stacji daleko położonych lub promieniujących z anteny małą mocą, albo spowodowane zanikami — są maksymalnie wzmacniane, „automatyka" zaś zaczyna działać dopiero po przekroczeniu pewnej wielkości otrzymywanych sygnałów (V_3). Działa więc ona z opóźnieniem i dlatego nazywana jest często „opóźnioną automatyczną regulacją czułości" („przeciwzanikową").

W nowoczesnych aparatach superheterodynowych napięcia „automatyki" kierowane są nie tylko na lampę „mieszającą" lecz również i na inne lampy, przez co zostaje zwiększona skuteczność jej działania.

Na rys. 2 przedstawiony jest schemat aparatu superheterodynowego typu „Stern", na którym pokazane są elementy obwodu „automatycznej regulacji czułości".

Na tych kilku objaśnieniach poprzestaniemy. W następnym numerze naszego pisma rozpoczniemy omawianie schematów odbiorników superheterodynowych.

(d. c. n.)



Rys. 2

Równanie różniczkowe lampy trójelektrodowej

W POPRZEDNICH ARTYKUŁACH poznaliśmy charakterystyki lampy trójelektrodowej, mianowicie **siatkowe** oraz **anodowe**, oraz nauczyliśmy się wyznaczać dla dowolnego punktu na charakterystykach lampy wielkości charakterystyczne lampy, czyli tak zwane parametry lampowe, jakimi są: nachylenie charakterystyki $S\left[\frac{mA}{V}\right]$; współczynnik amplifikacji $\mu\left[\frac{V}{V}\right]$ oraz opór wewnętrzny lampy Ri[Ω].

Z tych trzech wielkości charakterystycznych jedynie współczynnik amplifikacji μ jest wielkością **stałą** w dużym obszarze charakterystyk, natomiast pozostałe dwie wielkości: Ri i S zależne są od **wyboru punktu pracy** lampy, a więc zależą od napięcia siatkowego i anodowego dla danego typu lampy. Pamiętamy poza tym, że między tymi trzema parametrami istnieje zależność dana tak zwanym równaniem wewnętrznym lampy:

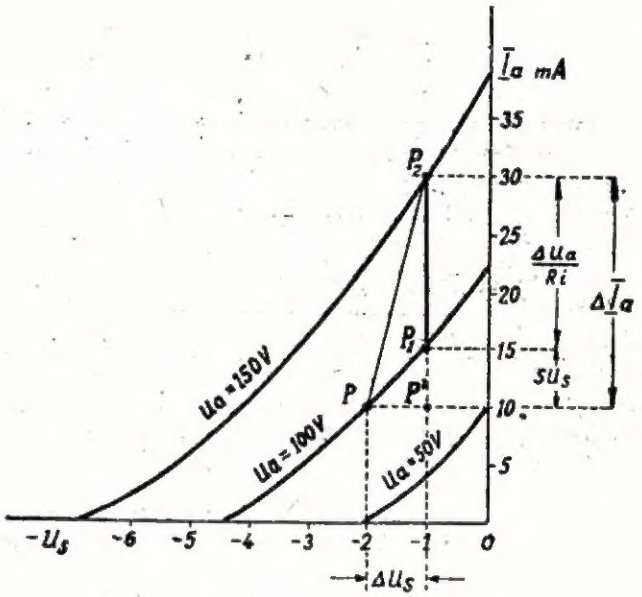
$$\mu = S \cdot Ri .$$

Z równości tej wynika, że w punktach pracy lampy, w których nachylenie S jest duże opór wewnętrzny lampy Ri jest mały i na odwrót; iloczyn bowiem S Ri jest stały i równy współczynnikowi amplifikacji lampy μ.

Zapytajmy się teraz jakie praktyczne znaczenie mają wielkości charakterystyczne lampy i w jaki sposób posługujemy się nimi w praktyce?

Dotychczas poznane charakterystyki lampy dają nam zależność prądu anodowego albo od **napięcia siatkowego** lampy (przy stałym napięciu anodowym), albo od **napięcia anodowego** (przy stałym napięciu siatkowym). Warunki zatem, w jakich są zdejmowane charakterystyki lampowe są warunkami szczególnymi. Warunki te nie są na ogół spełnione w normalnych układach wzmacniakowych, w jakich lampa przeważnie pracuje. Podczas pracy lampy zmienia się **równocześnie** napięcie siatkowe oraz napięcie anodowe lampy. Napięcie anodowe lampy zmienia się dlatego, że w obwodzie anodowym włączony jest zazwyczaj opór anodowy. Na oporze tym, pulsujący pod wpływem wahań napięcia siatkowego, prąd anodowy powoduje wahania napięcia anodowego.

Wobec tego zachodzi pytanie, jak obliczyć przyrost prądu anodowego Δ Ia wywołany równoczesnym przyrostem napięcia siatkowego ΔU_s i przyrostem napięcia anodowego Δ Ua. Ażeby wyprowadzić ogólny wzór na przyrost prądu anodowego Δ Ia wywołanego przyrostami napięć ΔU_s i Δ Ua rozpatrzmy przypadek następujący. Mamy triodę określonego typu, której charakterystyki siatkowe pokazane są na **rys. 1.**



Rys. 1

Wybierzmy początkowy punkt pracy P na charakterystyce anodowej Ua = 100 V odpowiadający ujemnemu napięciu siatkowemu U_s = — 2 V. Podnieśmy następnie napięcie siatkowe o ΔU_s = 1 V i napięcie anodowe o Δ Ua = 50 V. Punkt pracy P przesunie się wówczas do punktu P_2. Prąd anodowy, który w punkcie P posiadał wartość 10 mA wzrośnie do 30 mA, czyli przyrost prądu anodowego wynosi Δ Ia = 30 — 10 = 20 mA. Możemy uważać, że przyrost ten składa się z dwóch części, mianowicie z odcinka P' P_1 i odcinka P_1 P_2, czyli

$$\Delta Ia = P' P_1 + P_1 P_2.$$

Odcinek P' P_1 jest to przyrost prądu jaki otrzymamy zmieniając jedynie napięcie siatkowe o wartość ΔU_s **przy stałym napięciu anodowym.** (W naszym przypadku napięcie anodowe wynosi U_a = 100 V). Z de-

finicji nachylenia charakterystyki siatkowej w punkcie P wynika, że

$$S = \frac{P'P_1}{\Delta U_s},$$

stąd przyrost prądu P' P_1 równa się $S \cdot \Delta U_s$.

$$P'P_1 = S \cdot \Delta U_s.$$

Drugi przyrost prądu, mianowicie przyrost P_1P_2 otrzymamy, jeżeli pozostawimy napięcie siatkowe stałe ($U_s = -1$ V) i podniesiemy napięcie anodowe z wartości 100 V do wartości 150 V, czyli zwiększymy je o przyrost Δ Ua = 50 V.

Z definicji oporu wewnętrznego lampy wiemy, że opór Ri jest to stosunek przyrostu napięcia anodowego Δ Ua do przyrostu prądu P_1P_2, jaki tym przyrostem został spowodowany, czyli

$$Ri = \frac{\Delta Ua}{P_1P_2};$$

stąd otrzymamy:

$$P_1P_2 = \frac{\Delta Ua}{Ri}.$$

Mamy więc oba przyrosty prądowe obliczone. Całkowity przyrost prądu Δ Ia jest sumą obu przyrostów, czyli

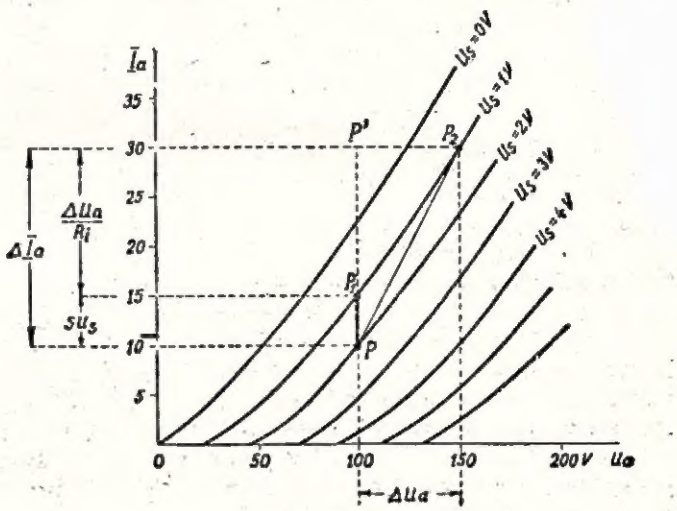
$$1) \quad \boxed{\Delta Ia = S\Delta U_s + \frac{\Delta Ua}{Ri}}$$

Równanie, które otrzymaliśmy nazywa się **równaniem różniczkowym lampy** trójelektrodowej, ponieważ daje ono zależność między małymi **przyrostami** albo **różniczkami** prądu anodowego, napięcia siatkowego i napięcia anodowego lampy. Równanie to należy sobie dobrze zapamiętać, ponieważ jest ono punktem wyjściowym dla wszelkiego rodzaju obliczeń, przy pomocy których rozwiązywać będziemy zagadnienia związane z układami lampowymi. Ażeby jeszcze lepiej utrwalić sobie w pamięci równanie różniczkowe rozpatrzmy rodzinę charakterystyk anodowych lampy i postarajmy się w tym przypadku wyprowadzić zależności, jakie otrzymaliśmy poprzednio analizując przyrosty prądowe wywołane zmianami Δ Ua i ΔU_s w płaszczyźnie charakterystyk siatkowych lampy. **Rys. 2** przedstawia dane charakterystyki anodowe. Obieramy początkowy punkt pracy P podobnie jak poprzednio przy napięciu anodowym Ua = 100 V i napięciu siatki Us = —2 V. Następnie zwiększamy napięcie siatki o wartość Δ Us = 1 V, przy stałym napięciu anodowym. Punkt P przesunie się do punktu P_1. Przyrost prądu P P_1 = 5 mA zależy od nachylenia charakterystyki lampy S, które wynosi w naszym przypadku

$$S = \frac{PP_1}{\Delta U_s} = 5\,\frac{mA}{V}.$$

Zatem: P $P_1 = S \cdot \Delta U_s$. Następnie podwyższamy napięcie anodowe o wartości Δ Ua = 50 V zachowując stałe napięcie siatki. Punkt P_1 przesunie się do punktu P_2. Przyrost prądu anodowego równy jest odcinkowi P_1P' = 15 mA. Przyrost ten zależy od oporu zewnętrznego lampy

$$Ri = \frac{\Delta Ua}{P_1P'} = \frac{50}{15} = 3{,}33 \text{ k}\Omega.$$



Rys. 2

Z definicji Ri wynika: $P_1P' = \frac{\Delta Ua}{Ri}$. Całkowity zatem przyrost prądu anodowego spowodowany jednoczesnymi przyrostami ΔU_s i Δ Ua jest sumą przyrostów cząstkowych prądu anodowego, czyli

$$2) \quad \boxed{\Delta Ia = S\Delta U_s + \frac{\Delta Ua}{Ri}}$$

Otrzymujemy znowu równanie różniczkowe lampy.

Jak wynika z tego równania przyrost prądu anodowego Δ Ia zależny jest oprócz wielkości ΔU_s i Δ Ua od parametrów lampy S i Ri, w ustalonym punkcie pracy lampy P. Dla różnych typów lampowych parametry S, μ, Ri są różne, przeto różne typy lamp zachowywać się będą różnie dla tych samych przyrostów ΔU_s i Δ Ua. Równanie różniczkowe lampy należy uważać za równanie algebraiczne, w którym przyrosty ΔU_s i Δ Ua mogą być dodatnie lub ujemne. W zależności od tego przyrost prądu Δ Ia możemy otrzymać dodatni lub ujemny. Ujemny przyrost prądu Δ Ia oznacza zmniejszenie się prądu anodowego o wartość Δ Ia. Na przykład dla naszego przypadku punktowi P pracy lampy odpowiadały parametry:

S = 5 $\frac{mA}{V}$, Ri = 3,33 kΩ. Dla tego szczególnego przypadku równanie różniczkowe przyjmie postać liczbową następującą:

$$\Delta Ia = 5 \cdot \Delta U_s + \frac{\Delta Ua}{3{,}33}.$$

Ponieważ podstawiliśmy S w miliamperach na wolt oraz Ri w kiloomach, przeto przyrost prądu Δ Ia otrzymamy w miliamperach. Sprawdzimy słuszność powyższego równania podstawiając $\Delta U_s = 1$ V, Δ Ua = 50 V, otrzymamy: $\Delta Ia = 5 \cdot 1 + \frac{50}{3{,}33} = 5 + 15 =$ = 20 mA.

Jak widać jest to ta sama wartość przyrostu prądu, którą otrzymaliśmy graficznie z obu rodzajów charakterystyk lampowych **(rys. 1 i rys. 2).**

Mógłby się ktoś zapytać, po co stosować równanie różniczkowe kiedy można wyznaczać przyrosty prądu anodowego bezpośrednio z wykresów na podstawie danych ΔU_s i ΔUa w ten sam sposób, w jaki wyznaczyliśmy ΔIa z **rys. 1 i rys. 2?** Takie pytanie nie zupełne byłoby słuszne, ponieważ wyznaczenie przyrostu prądu anodowego ΔIa bezpośrednio z charakterystyk lampowych wówczas tylko daje dokładne wyniki, kiedy przyrosty ΔU_s i ΔUa tak jak je przyjęliśmy do naszych obliczeń są stosunkowo duże. W naszym przypadku były : $\Delta U_s = 1$ V, $\Delta Ua = 50$ V. Niech ktokolwiek spróbuje metodą graficzną (w sposób podany poprzednio) obliczyć zmianę prądu anodowego ΔIa wywołaną np. przyrostem napięcia siatki $\Delta U_s = 0.1$ V i przyrostem napięcia anodowego, np. $\Delta Ua = 1$ V. Okaże się, że jest to niemożliwe do wykonania. Zmiana prądu anodowego ΔIa będzie tak mała, że nie da się odczytać na skali prądu anodowego. Natomiast równanie różniczkowe pozwoli nam na dokładne obliczenie przyrostu prądu ΔIa w tym przypadku. Na przykład dla powyżej podanych przyrostów napięć otrzymamy:

$$\Delta Ia = 5 \cdot 0{,}1 + \frac{1}{3{,}33} = 0{,}5 + 0{,}3 = 0{,}8 \text{ mA.}$$

Równanie różniczkowe daje wyniki rachunkowe tym pewniejsze im mniejsze są przyrosty napięć ΔU_s i ΔUa. Dla dużych przyrostów napięciowych punkt pracy lampy P posuwa się po charakterystykach lampowych wzdłuż dużych stosunkowo odcinków, wskutek czego nie zawsze wzdłuż całego przebiegu nachylenie charakterystyki S oraz opór wewnętrzny Ri pozostają stałe. W takim przypadku równanie różniczkowe nie daje ścisłych wyników rachunkowych.

Równanie różniczkowe lampy można napisać jeszcze w innej postaci. Wyniesmy przed nawias po prawej stronie równania wielkość S, otrzymamy

$$3) \quad \boxed{\Delta Ia = S\left(\Delta U_s + \frac{\Delta Ua}{S \cdot Ri}\right)}$$

Wiemy jednak, że iloczyn oporu wewnętrznego i nachylenia charakterystyki w myśl równania wewnętrznego lampy równa się współczynnikowi amplifikacji

$$S \cdot Ri = \mu = \frac{1}{D}$$

względnie odwrotności przyrostu lampy. Równanie różniczkowe lampy przekształci się wobec tego następująco:

$$\Delta Ia = S\left(\Delta U_s + \frac{\Delta Ua}{\mu}\right)$$

lub

$$4) \quad \boxed{\Delta Ia = S\,(\Delta U_s + D \cdot \Delta Ua)}$$

W nawiasie mamy sumę dwóch przyrostów napięciowych. Napięcia siatki i napięcia anodowe, przy czym przyrost napięcia anodowego pomnożony jest przez przechwyt anody D, lub podzielony przez współczynnik amplifikacji μ. Suma tych dwóch składników napięciowych tworzy pewne wypadkowe napięcie, decydujące o zmianie prądu anodowego. Napięcie to nazywa się napięciem **czynnym** lampy, względnie napięciem **skutecznym.** Niemcy nazywają to napięcie „Steuerspannung", czyli napięcie sterujące. W literaturze polskiej najczęściej spotyka się nazwę napięcie **czynne.**

Analizując napięcie czynne: $\Delta U_s + D \cdot \Delta Ua$ dochodzimy do wniosku, że anoda oddziaływuje na prąd anodowy tak samo jak siatka lampy, tylko w mniejszym stopniu, a mianowicie μ-krotnie słabiej. Zmiana napięcia anodowego o ΔUa równoważna jest zmianie napięcia siatkowego o wartość $D \cdot \Delta Ua$ lub $\frac{\Delta Ua}{\mu}$

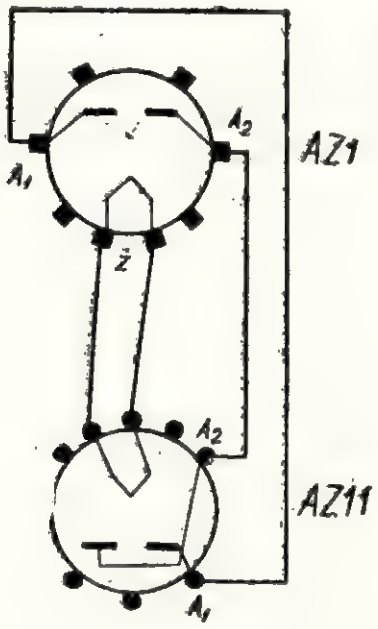
W poprzednim przypadku przyjmowaliśmy przyrosty napięć siatki ΔU_s i ΔUa zupełnie od siebie niezależne. W rzeczywistości jednak tak nie jest. W normalnych układach lampowych jedynie siatka otrzymuje napięcie zewnętrzne zupełnie dowolne ΔU_s, natomiast wahania napięcia anodowego ΔUa są wynikiem wahań napięcia siatki, a ściśle mówiąc wahań prądu anodowego, który na oporze anodowym lampy powoduje wahania napięcia anodowego. W każdym bowiem układzie lampowym anoda lampy nie jest połączona bezpośrednio ze źródłem napięcia anodowego, lecz poprzez pewien opór anodowy, który na ogół może mieć różny charakter: omowy indukcyjny lub pojemnościowy. Prąd anodowy wywołuje na tym oporze spadek napięcia. Ponieważ prąd płynie od bieguna dodatniego baterii anodowej do anody lampy, następnie do katody i bieguna ujemnego baterii anodowej, przeto potencjał na anodzie lampy jest niższy od potencjału dodatniego bieguna baterii anodowej o spadek napięcia na oporze anodowym lampy. Im większy jest prąd anodowy tym większy jest spadek napięcia na oporze anodowym i tym niższy jest potencjał na anodzie lampy. Wobec tego dodatniemu przyrostowi prądu anodowego odpowiada **ujemny** przyrost napięcia anodowego. Inaczej mówiąc przyrosty ΔU_s i ΔUa posiadają przeciwne znaki. Dodatniemu przyrostowi napięcia siatki ΔU_s odpowiada **ujemny** przyrost napięcia anodowego $\Delta Ua = -Ra\ \Delta Ia$, spowodowany oporem anodowym Ra. Wskutek ujemnego oddziaływania anody na napięcie czynne przyrost prądu anodowego ΔIa wywołany przyrostem napięcia siatki ΔU_s jest mniejszy niż w przypadku, gdyby nie było oddziaływania anody na prąd anodowy. To ujemne oddziaływanie anody przeciwdziałające działaniu siatki jest tym większe, im większy jest przechwyt lampy. Lampy o dużym przechwycie, czyli o małym współczynniku amplifikacji wymagają do wysterowania znacznie większych napięć siatkowych niż lampy o małym przechwycie. To ujemne oddziaływanie anody na napięcie czynne lampy zostało wybitnie zmniejszone w lampach ekranowych, względnie pentodach. W następnym artykule omówimy zastosowanie równania różniczkowego do obliczenia wzmocnienia, jakie otrzymujemy przy pomocy triody oraz wyprowadzimy układy zastępcze lampy trójelektrodowej, które konsekwentnie wynikają z tego równania.

d. c. n.

Przecokołowywanie lamp prostowniczych

ZAMIANA LAMP AZ11 i AZ1

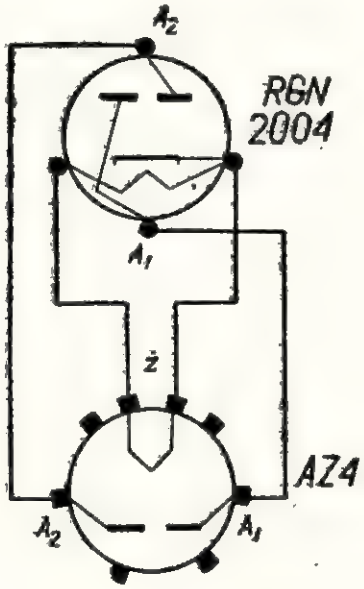
Wykonanie przecokołowywania nie wymaga dodatkowych wyjaśnień, gdyż lampy są identyczne.



Rys. 1

ZAMIANA LAMPY RGN2004 NA AZ4

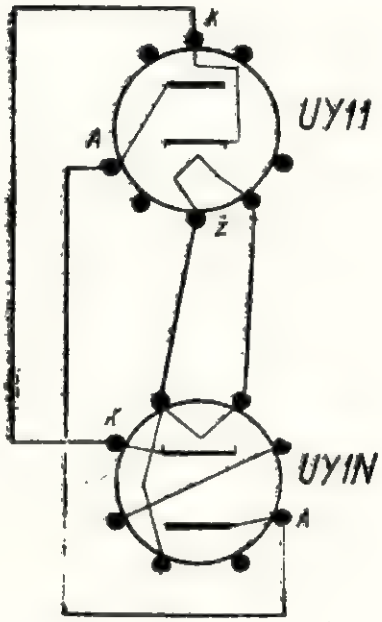
Wykonanie przecokołowania nie wymaga dodatkowych wyjaśnień. Lampy są identyczne pod względem elektrycznym, różnią się natomiast wymiarami i dlatego w przypadku, gdy podstawka lampy prostowniczej umieszczona jest nad transformatorem sieciowym, a chcemy zastąpić lampę AZ4 przez RGN 2004 należy zwrócić uwagę, czy po dołączeniu cokołu przejściowego do lampy zmieści się ona w skrzynce odbiornika.



Rys. 2

ZAMIANA LAMPY UY11 NA UY1N

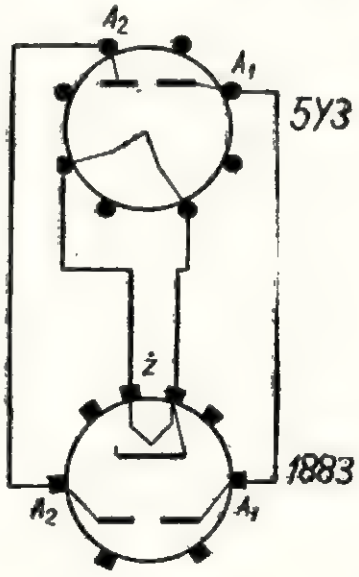
Lampy są identyczne i wykonanie przecokołowania nie wymaga dodatkowych objaśnień.



Rys. 3

ZAMIANA LAMPY 5Y3 NA 1883

Lampa 1883 jest lampą pośrednio żarzoną, przy czym katoda połączona jest od razu fabrycznie z włóknem żarzenia.



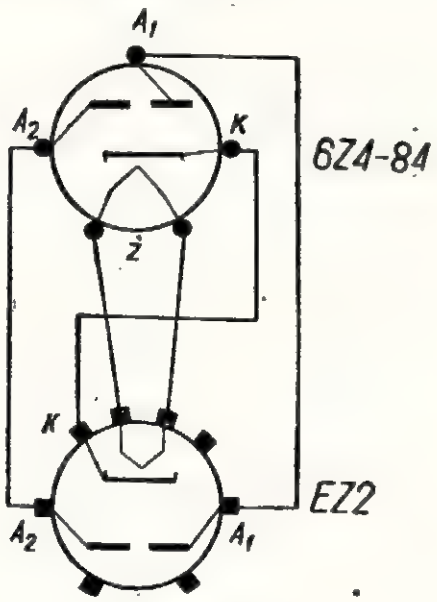
Rys. 4

ZAMIANA LAMPY 6Z4-84 NA EZ2

Zastąpienie lampy 6Z4-84 przez lampę EZ2 na miejsce przeważnie w odbiornikach uniwersalnych. Lampy różnią się wartością prądu żarzenia, która to wartość wynosi dla lampy 6Z4/84 0,5 ampera, a dla lampy EZ2 0,2 ampera.

Z tych względów bocznikujemy włókno żarzenia lampy EZ2 oporem drutowym o wartości r = 21 Ω i mocy 3 watów, przy czym opór ten wlutujemy wprost do kontaktów żarzenia na podstawce lampy 6Z4/84 w odbiorniku.

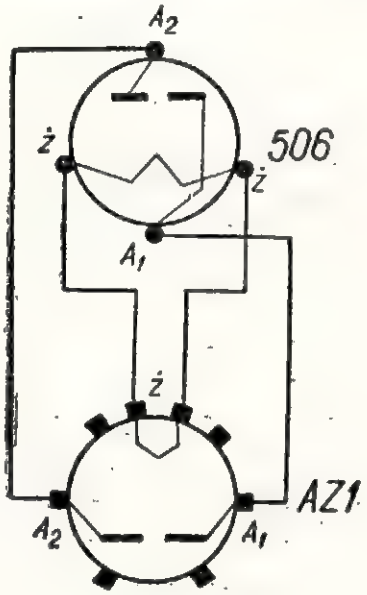
W odbiorniku z zasilaczem transformatorowym rzecz jasna opór ten jest zbędny.



Rys. 5

ZAMIANA LAMPY 506 (PV495) NA AZ1

Lampy są identyczne i wykonanie przecokołowania nie wymaga dodatkowych wyjaśnień.



Rys. 6

ZASTĄPIENIE LAMPY VY2 PRZEZ PROSTOWNIK SELENOWY

Odnośnie odbiorników uniwersalnych pracujących na lampach prostowniczych wycofanych z produkcji lub trudnych do zdobycia, jak seria C lub V, stosuje się w miejsce lampy prostowniczej prostowniki stykowe selenowe lub kuprytowe.

Na naszym rynku trafiają się przeważnie prostowniki selenowe.

Przy wyborze prostownika zwracamy główną uwagę na jego obciążalność, która powinna odpowiadać poborowi prądu przez odbiornik z pewną rezerwą.

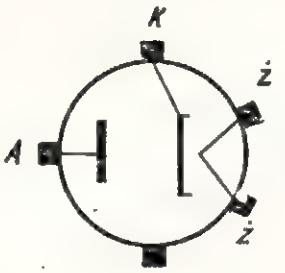
Średniej wielkości prostowniki selenowe wytrzymują przeważnie obciążenie do 60 mA, większe zaś 100 mA.

Dobry, nieuszkodzony prostownik selenowy wykazuje przy pomiarach omomierzem mały opór w kierunku przewodzenia i odpowiednio duży opór w kierunku przeciwnym. Jeżeli omomierz wykazuje zwarcie, prostownik jest uszkodzony.

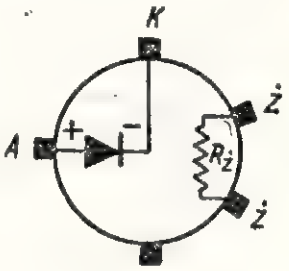
Przy zastępowaniu lampy przez prostownik stykowy zwracamy uwagę na właściwy kierunek włączenia, mianowicie włączamy prostownik tak, aby kierunek przewodzenia był od anody do katody, czyli od plusa do minusa prostownika.

Ponieważ zwykle plus i minus jest na selenie nieoznaczony, trzymamy się wskazówki, że końcówka odpowiadająca anodzie wyprowadzona jest z głębi blaszek, a końcówka odpowiadająca katodzie z wierzchu prostownika.

Dla pewności lepiej jest zawsze określać kierunek włączenia przy pomocy omomierza, gdyż niewłaściwe włączenie prostownika stykowego spowoduje zmianę potencjałów na okładzinach kondensatorów elektrolitycznych, przy jednoczesnym wzroście napięcia i co za tym idzie ich przebicie, a w konsekwencji częstokroć zniszczenie selenu.



Rys. 7



Rys. 8

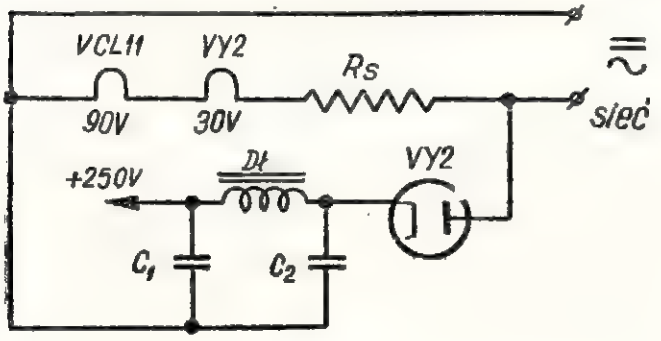
Dla przejrzystości przedstawiono na rys. 9 układ zasilacza w popularnym odbiorniku DKE 1938 z lampą prostowniczą VY2 oraz na rys. 10 ten sam układ z zastosowaniem prostownika stykowego i dodatkowego oporu Rż włączonego w miejsce włókna żarzenia lampy VY2 (punkty a i b na rys.).

Opór Rż jest oporem drutowym o oporności 600 omów i mocy 4 wat. Prostownik selenowy i opór montujemy w cokole zdjętym z lampy VY2. W tym celu wiercimy otwór w dnie cokołu i przykręcamy selen przy pomocy nakrętki w pozycji pionowej, przy czym

wystającą część gwintowanego bolca spiłujemy pilnikiem tak, aby cokół wchodził normalnie do podstawki.

Końcówki (wyprowadzenia) selenu i opór Rż wlutujemy do odpowiednich kontaktów cołoku zwracając przy tym uwagę na dobrą izolację odprowadzeń i uwzględniając nagrzewanie się selenu i oporu.

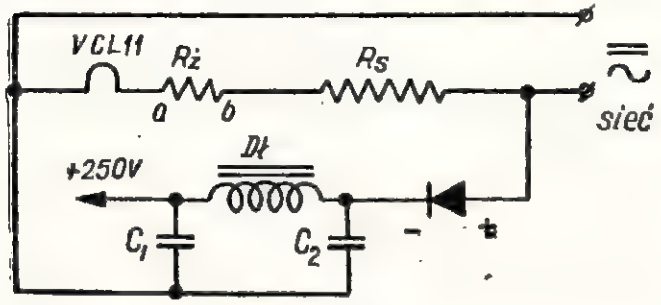
UWAGA. Decydując się na prostownik stykowy, zwłaszcza w odbiornikach na serii C, należy jeszcze sprawdzić wartość napięcia próby na kondensatorach elektrolitycznych, gdyż zdarza się często, że napięcie to jest niskie, od 200 do 300 V i zaprojektowane było w założeniu, że przy stosowaniu lampy prostowniczej



Rys. 9

Układ zasilacza w odbiorniku ludowym DKE 1938 z lampą prostowniczą VY2

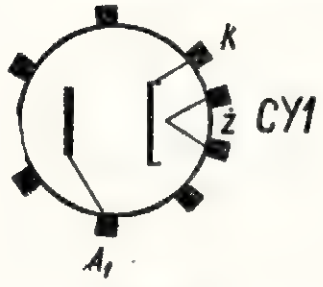
pośrednio żarzonej napięcie wzrasta mniej więcej proporcjonalnie do czasu rozgrzewania katod lamp i z tego względu nie przekracza nigdy szczytu niebezpiecznego dla całości elektrolitu, co ma miejsce w przypadku stosowania selenu.



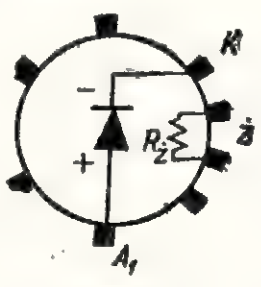
Rys. 10

Układ zasilacza w odbiorniku DKE z zastosowaniem prostownika selenowego

ZASTĄPIENIE LAMPY CY1 PRZEZ PROSTOWNIK SELENOWY



Rys. 11



Rys. 12

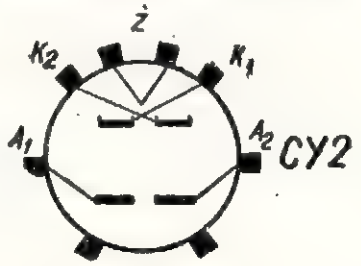
Zastępując lampę CY1 przez prostownik stykowy postępujemy tak samo jak przy zamianie lampy VY2.

Wartość oporu drutowego Rż wynosi w tym przypadku 100 omów, moc tracona w oporze 4 waty (rys. 11 i 12).

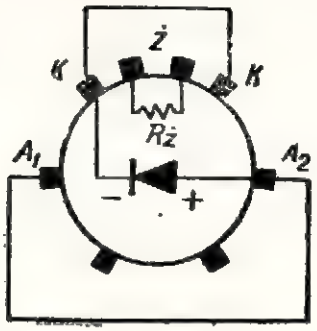
Z uwagi na pewność pracy zastosujemy opór o mocy 6 watów.

ZASTĄPIENIE LAMPY CY2 PRZEZ PROSTOWNIK SELENOWY

Lampa CY2 przeważnie wykorzystana jest w odbiornikach uniwersalnych jako lampa jednokierunkowa i pracuje przy równolegle połączonych anodach z wykorzystaniem jednej lub obu katod i dla tego przypadku podajemy układ zastępczy z prostownikiem stykowym. Równoległe połączenie katod stosujemy wówczas, gdy pobór prądu wyprostowanego w odbiorniku przekracza 50 miliamperów, gdyż w przeciwnym razie lampa zostałaby przeciążona i napięcie wyprostowane byłoby zbyt niskie.



Rys. 13



Rys. 14

Przytoczony przykład zastąpienia lampy CY2 przez prostownik stykowy nie może mieć miejsca w przypadku, gdy lampa wykorzystana jest w odbiorniku jako podwajacz napięcia.

Wartość oporu drutowego Rż wynosi 150 omów, a moc tracona w oporze 6 watów (rys. 13 i 14).

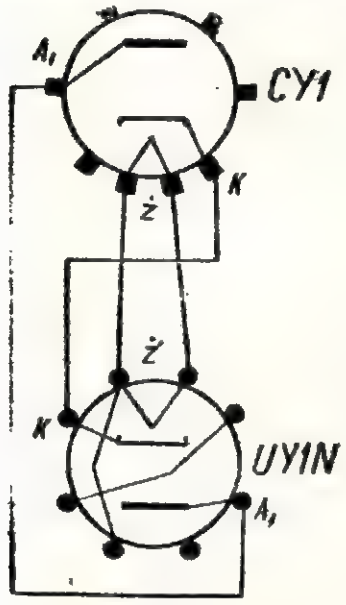
Z uwagi na pewność pracy zastosujemy opór o mocy 10 watów.

ZAMIANA LAMPY CY1 NA UY1N

Niezależnie od zastosowania prostownika stykowego w miejsce lampy CY1 istnieje możliwość zastąpienia tej lampy przez popularną u nas lampę UY1N (rys. 15).

Zamiana tego rodzaju jest wprawdzie nieco kłopotliwa, gdyż wymaga niewielkich zresztą przeróbek

w samym odbiorniku, jednak w niektórych typach odbiorników, a zwłaszcza wówczas, gdy zależy nam na uniknięciu nagłego uderzenia wyprostowanego na kondensatory elektrolityczne i niepodgrzane lampy — staje się konieczna.

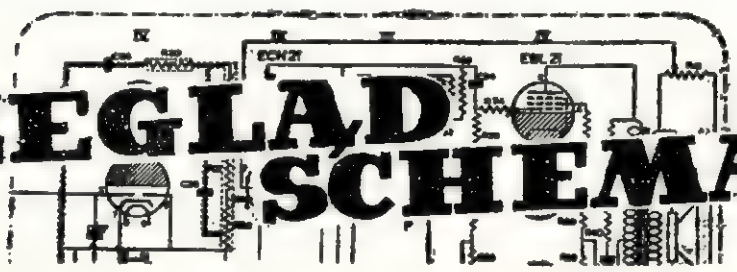


Rys. 15

Z uwagi na to, że napięcie żarzenia lampy CYI wynosi 20 woltów przy prądzie żarzenia 0,2 ampera, a napięcie żarzenia lampy UYIN 50 woltów przy prądzie żarzenia 0,1 ampera przeróbki w odbiorniku sprowadzają się do podwyższenia ogólnego napięcia żarzenia w odbiorniku o 30 woltów i zbocznikowania włókna lampy UYIN oporem drutowym o wartości 500Ω i mocy 6 watów.

W odbiornikach posiadających „Urdox-Bareter" w gałęzi żarzenia lamp wyrównanie różnicy napięcia nastąpi automatycznie, gdyż baretery regulują napięcie w zakresie od 170 do 250 V.

Natomiast w przypadku, gdy zamiast baretera zastosowany jest zwykły opór, zwiększenie napięcia do żądanej wartości uzyskamy przez odpowiednie zmniejszenie oporu szeregowego. W każdym bądź razie w obu przypadkach należy skontrolować wartość napięć żarzenia na poszczególnych lampach posiłkując się woltomierzem prądu zmiennego, jak również ogólne natężenie prądu w obwodzie żarzenia (0,2 amp.).



PRZEGLĄD SCHEMATÓW

Układ odbiornika Loewe-Opta 750 GW jest przykładem nowoczesnych tendencji w budowie odbiorników, które polegają na dogodnym strojeniu na wszystkich zakresach, a przede wszystkim na falach krótkich, co osiąga się przez podział zakresu krótkofalowego na dwie lub więcej części; ostrej selektywności, którą uzyskuje się przez zwiększenie ilości obwodów strojonych, przede wszystkim pośredniej częstotliwości oraz poprawieniem jakości tych ostatnich; dobrej jakości oddawania dźwięków, a to dzięki wysokiej jakości głośnikowi oraz starannie dobranemu układowi, a przede wszystkim ujemnemu zwrotnemu.

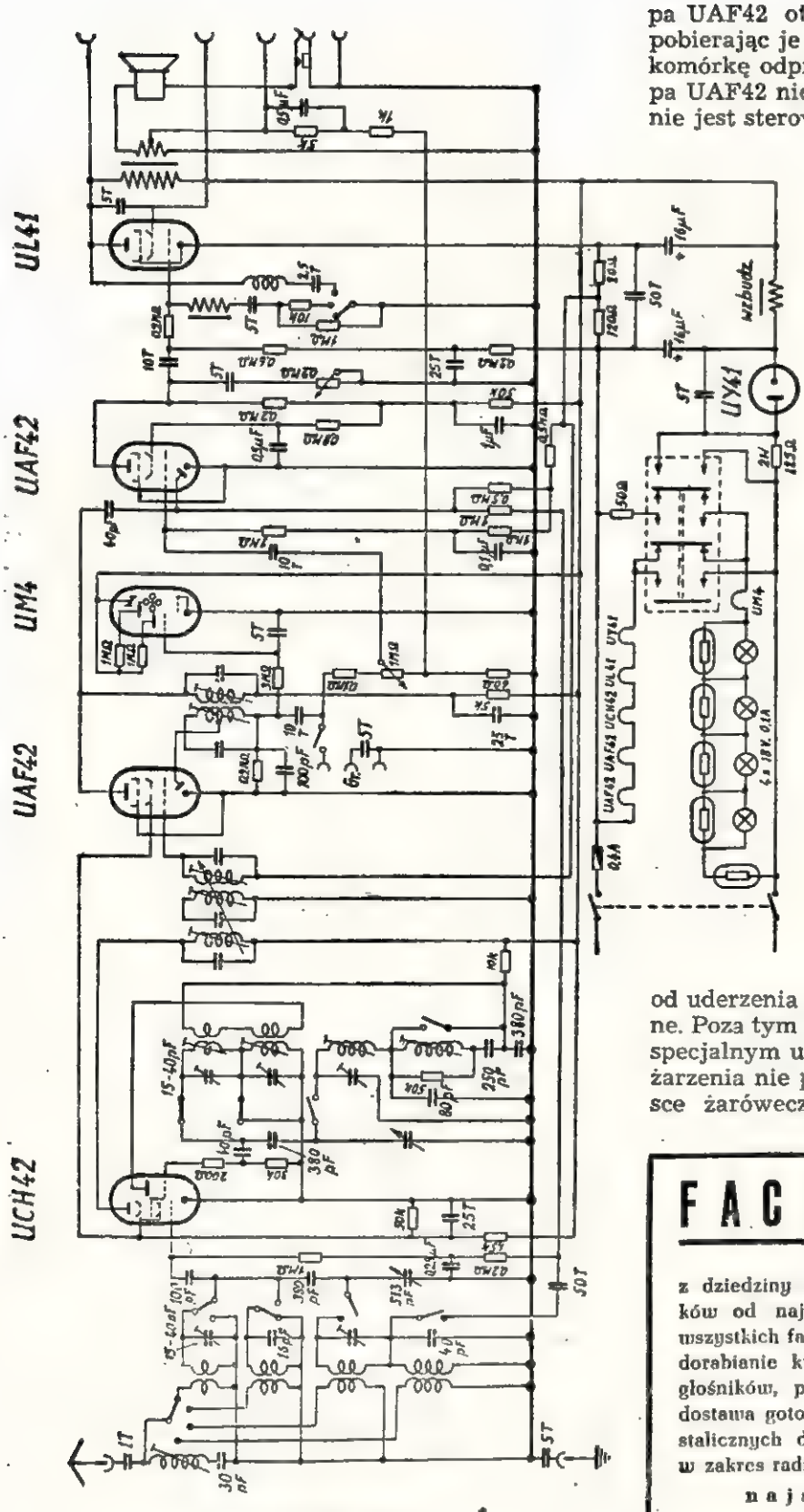
Na wejściu mamy normalny obwód upływowy na częstotliwość pośrednią odbiornika (473 kc/s). Dwa zakresy fal krótkich służą do rozciągania strojenia, przy czym pojemność kondensatora obrotowego zostaje tu skrócona za pomocą pojemności 380 pF. Napięcie automatyki zostaje doprowadzone „równolegle" przy użyciu pojemności 100 pF oraz oporności 1 M Ω oraz komórki odprzęgającej złożonej z pojemności 0,25 μ F oraz oporności 0,2 M Ω .

Obwody oscylatora na falach krótkich są strojone przy użyciu pojemności skracającej 380 pF, takiej samej jak w obwodach w. cz. Na zakresach fal średnich i długich układ oscylatora (Colpitts) czyni użytek z paddingów 380 i 250 pF jako dzielników napięcia łącznie z kondensatorem obrotowym.

Po przemianie częstotliwości następują obwody częstotliwości pośredniej, które w ilości trzech stanowią pierwszy filtr. Obwód przejściowy tego filtru jest mechanicznie obracany gałką i pozwala na zmianę sprzężenia pomiędzy obwodami głównymi, a tym i regulację szerokości wstęgi, co decyduje o selektywności całego odbiornika. Ta regulacja selektywności jest mechanicznie sprzężona z opornikiem zmiennym nastawienia kontroli tonu (0,2 M Ω).

Po zmocnieniu pośredniej częstotliwości przy użyciu nowego filtra wstęgowego, następuje detekcja. Napięcie kierunkowe uzyskane na oporności detekcyjnej 0,2 M Ω służy do wysterowania siatki sterującej oka magicznego, poprzez filtr 3 M Ω i 5000 pF, eliminujący składowe niskiej częstotliwości.

Napięcie kierunkowe automatyki uzyskuje się na diodzie drugiej lampy UAF42. Opór upływowy tej diody składa się z dwóch części po 0,5 MΩ każda i doprowadzony jest do środka oporów 120 i 20Ω wytwarzających ujemne przednapięcie w ogólnym minusie. To niewielkie ujemne przednapięcie, w wysokości około 2 wolty, powoduje to, że automatyka zaczyna działać, tj. zmniejszać wzmocnienie lamp, któ-



Loewe/Opta 750 GW

rym jest dostarczane jej napięcie — dopiero poczynając od pewnej siły sygnału. Przy słabszych sygnałach dioda automatyki jest zatkana i nie dostarcza napięcia sterującego. Rozpatrując bliżej cały układ automatyki odbiornika zauważymy, że ostatnia lampa UAF42 otrzymuje połowę napięcia sterującego, pobierając je ze środka obu oporów 0,5 MΩ , poprzez komórkę odprzegającą 1 MΩ 0,1 μ F. Pierwsza lampa UAF42 nie otrzymuje wcale napięcia automatyki, nie jest sterowana. Lampa przemiany częstotliwości UCH42 otrzymuje za to pełne napięcie automatyki. Układ, w którym lampa wzmocnienia pośredniej częstotliwości nie bierze udziału w automatycznej regulacji wzmocnienia jest raczej wyjątkiem.

Oryginalny jest w tym odbiorniku układ kontroli barwy głosu przy pomocy przełącznika w siatce lampy głośnikowej. Obwód LC wystrojony do częstotliwości górnej części zakresu akustycznego bocznikuje obwód siatkowy w większym lub mniejszym stopniu. Poza tym można jeszcze zabocznikować anodę lampy głośnikowej przy pomocy obwodu upływowego LC, nastawionego na 9000 c/s. Poza tym należy jeszcze zwrócić uwagę na układ ujemnego sprzężenia zwrotnego, czerpiący swe napięcie z części uzwojenia wtórnego transformatora głośnikowego i doprowadzony do oporu 60Ω w dolnej gałęzi potencjometra regulacji siły głosu.

Zasilanie odbiornika z sieci nie przedstawia większych osobliwości. Zwraca tylko uwagę liczne zastosowanie urdox'ów. Jeden z nich, załączony w szereg, zabezpiecza włókna żaróweczek skali oraz lamp od uderzenia prądu w chwili, gdy są one jeszcze zimne. Poza tym każda z żaróweczek jest zabocznikowana specjalnym urdox'em. W razie jej przepalenia obwód żarzenia nie przerywa się, gdyż urdox zajmuje miejsce żaróweczki nie stawiając przepływowi prądu

FACHOWE PORADY

z dziedziny radia, schematy do budowy radioodbiorników od najprostszych do wieloobwodowych, również wszystkich fabryk europejskich, strojenie i naprawa radia, dorabianie krótkich fal, naprawa adapterów, słuchawek, głośników, przewijanie transformatorów, badanie lamp, dostawa gotowych cewek, transformatorów, wkładek krystalicznych do adapterów i wszelkie prace wchodzące w zakres radia załatwia

najstarsza firma radiowa

„ELEKTROLA"

Inż. Jerzy Krzyżanowski

Łódź, Piotrkowska 79

rok założenia 1928

Załączyć znaczek na odpowiedź

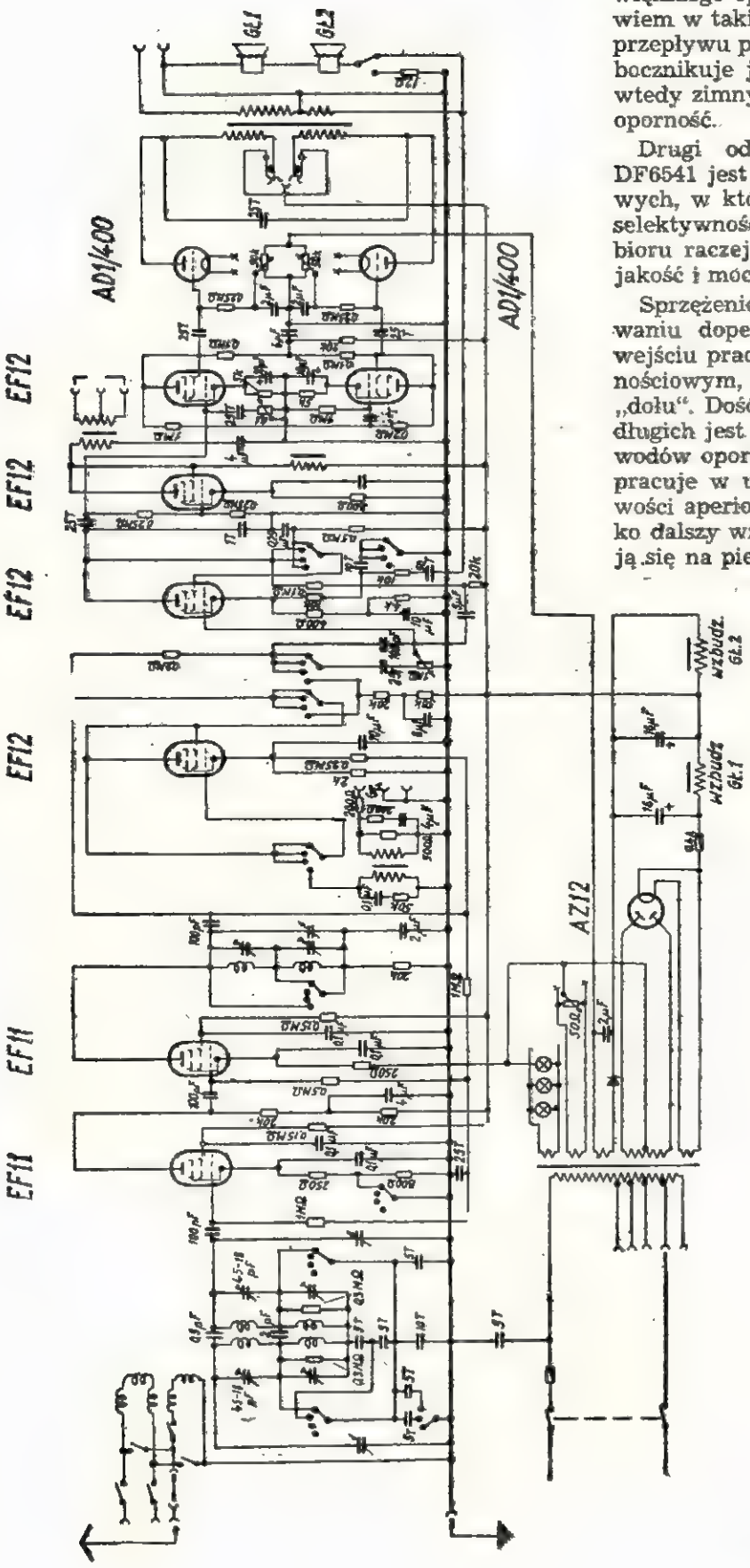
większego oporu niż sama żaróweczka, zostaje on bowiem w takim przypadku nagrzany właśnie wskutek przepływu prądu. Gdy żaróweczka jest czynna, urdox bocznikuje ją w sposób minimalny, jest on bowiem wtedy zimny i przedstawia sobą wysoką stosunkowo oporność.

Drugi odbiornik tego przeglądu, Loewe/Opta DF6541 jest przedstawicielem odbiorników świetlicowych, w których nacisk położony jest nie tylko na selektywność, jest on bowiem przeznaczony do odbioru raczej wyłącznie radiostacji lokalnych, ile na jakość i moc akustyczną.

Sprzężenie z anteną jest indukcyjne przy zastosowaniu dopełniających cewek przedłużających. Na wejściu pracuje filtr wstęgowy, o sprzężeniu pojemnościowym, napięciowym od „góry" i prądowym od „dołu". Dość ostra selektywość tego układu na falach długich jest stępiona za pomocą zabocznikowania obwodów oporami po 0,1 M Ω. Pierwsza lampa EF11 pracuje w układzie wzmacniacza wielkiej częstotliwości aperiodycznego. Druga lampa EF11 pracuje jako dalszy wzmacniacz w. cz., po czym sygnały dostają się na pierwszą EF12, która pracuje jako detektor diodowy. Z niewielkiego oporu (2 K Ω) w jej katodzie czerpią dwie pierwsze lampy ujemne napięcie automatycznej regulacji siły głosu. Z układu detekcji napięcia n. cz. doprowadzone jest do potencjometra regulacji siły głosu, a stąd do siatki lampy wzmacniającej EF12. Nadmienić należy, że lampa EF12 pracuje jako dioda detekcyjna, przy załączeniu jako wzmacniacz gramofonowy działa w układzie triody.

Z anody drugiej EF12 napięcia n. cz. doprowadzone są do siatki trzeciej EF12, która stanowi lampę podsłuchową i kontrolną, oraz do siatki czwartej EF12, która znowu wraz z lampą bliźniaczą pracującą w układzie wtórnika anodowego stanowi układ napędowy dla lamp końcowych AD1, w układzie przeciwsobnym.

Zasilanie układu jest zupełnie proste, jeśli chodzi o żarzenia lamp oraz napięcie anodowe. Dla ujemnego przednapięcia siatek lamp AD1 przewidziany został jednak odrębny prostownik. Jest to dobre rozwiązanie ponieważ lampy te wymagają wysokiego ujemnego przednapięcia (około — 45 wolt), więc pobieranie jego z napięcia anodowego nie byłoby ekonomiczne.



Loewe/Opta DF 6541

Pomiary kondensatorów elektrolitycznych

Zagadnieniu, o którym mowa poświęca się zazwyczaj mało uwagi. Zarówno w warsztatach serwisowych jak i wśród amatorów stosuje się nadzwyczaj prymitywne metody dla sprawdzenia użyteczności danego kondensatora elektrolitycznego. Sposoby takie mają nie tylko tę wadę, że są niedokładne i w dużym stopniu zależne od doświadczenia i umiejętności badającego, lecz mogą również źle wpłynąć na właściwości badanego kondensatora. Wymienić tu należy powszechnie stosowane „strzelanie", polegające na zwieraniu naładowanego kondensatora elektrolitycznego na krótko. Stosując ten ostatni sposób można zniszczyć niejeden elektrolit, który w innym wypadku mógłby jeszcze długo pracować. Poniżej podane zostanie kilka metod pomiarowych, ze szczególnym uwzględnieniem jednej, dającej wystarczająco dokładne wyniki przy małym nakładzie pracy.

Dla dobroci danego kondensatora elektrolitycznego miarodajne są następujące wielkości:

1. Pojemność
2. Upływność
3. Kąt stratności.

Pojemność można mierzyć najróżniejszymi sposobami, z których najczęściej stosowana bywa metoda pomiaru prądu i napięcia oraz pomiar mostkiem prądu zmiennego. Jednakże pomiar metodą prądu i napięcia jest kłopotliwy i w wypadku nie uwzględnienia występujących tu błędów pomiaru — niedokładny.

Wielkość prądu upływności w normalnych warunkach pracy zależy głównie od gęstości i chemicznej czystości elektrolitu oraz od stanu warstewki tlenków na anodzie kondensatora.

Ponieważ większość firm produkujących kondensatory elektrolityczne daje gwarancję co do maksymalnego prądu upływności, przeto pomiar tej wielkości daje wystarczająco dokładne dane o stanie badanego kondensatora. Pomimo to, przy samym tylko pomiarze prądu upływności, nie uzyskamy zupełnej pewności jeśli chodzi o wynik pomiaru, ponieważ z jednej strony nie wiemy nic o pojemności danego kondensatora, z drugiej zaś strony kondensatory różnych fabryk wykazują różne prądy upływności.

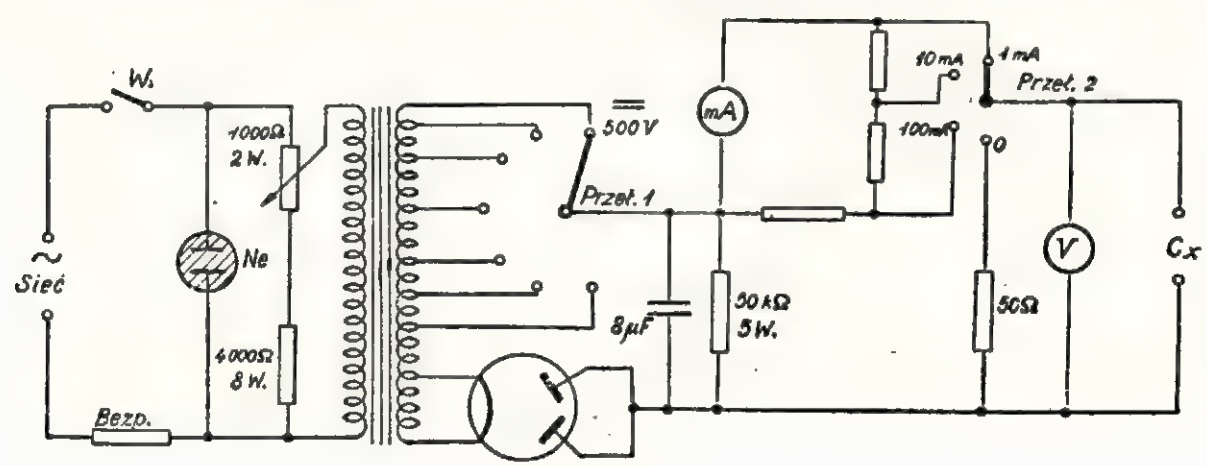
W niżej podanej tabeli znajdziemy najwyższe dopuszczalne prądy upływności, w zależności od pojemności i napięcia pracy. Podane wartości dotyczą kondensatorów elektrolitycznych wszystkich znanych wytwórni, przy czym dla niektórych fabrykatów są one znacznie niższe.

Maksymalne prądy upływności kondensatorów elektrolitycznych w mA.

Nap. pracy	8µF	16µF	25µF	32µF	50µF	100µF
do 15 V	0,16	0,32	0,5	0,65	1,0	2,0
do 60 V	0,4	0,8	1,25	1,6	2,5	5,0
do 100 V	0,55	1,1	1,75	2,2	3,5	7,0
do 160 V	0,8	1,6	2,5	3,2	5,0	10,0
do 300 V	1,6	3,2	5,0	6,4	10,0	—
do 450 V	2,0	4,0	6,0	8,0	12,0	—
do 550 V	2,5	5,0	8,0	10,0	16,0	—

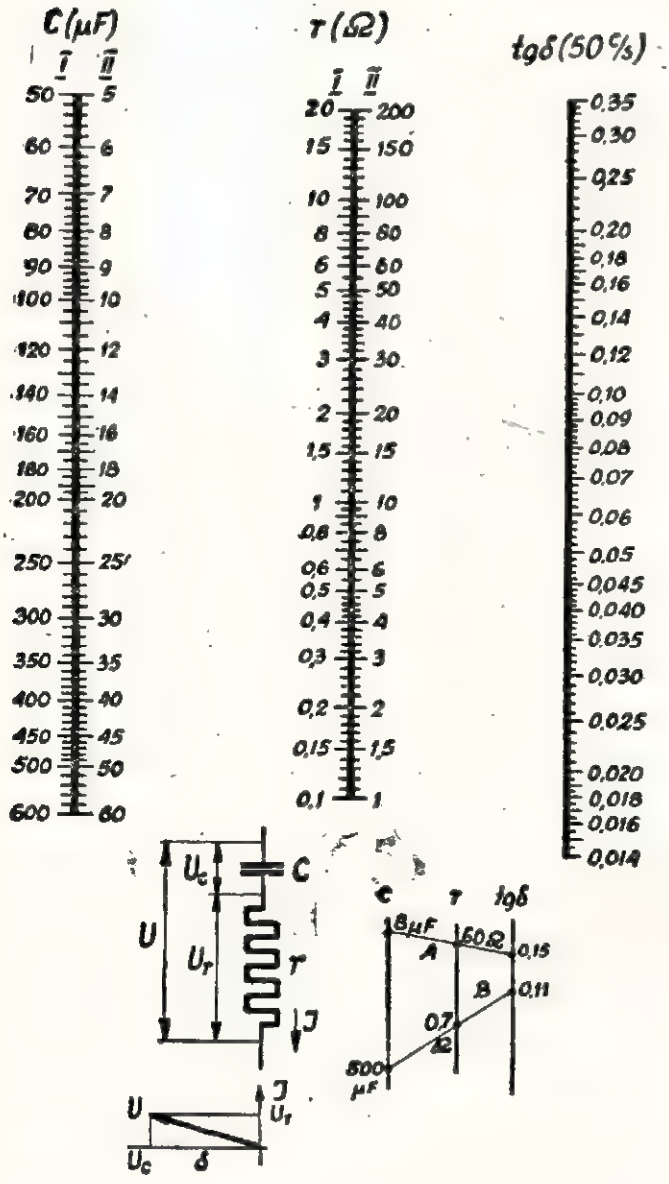
Na rys. 1 przedstawiony jest prosty układ do pomiaru prądu upływności kondensatorów elektrolitycznych

Układ i jego działanie są proste i nie wymagają omówienia. Natomiast uważać należy, aby po skończonym pomiarze przełącznik 2 ustawić ponownie w położeniu spoczynkowym 0. W ten sposób mierzony kondensator rozładuje się przez opór 50 omów. Ważną rzeczą jest również, aby przed ostatecznym odczytem pozostawić kondensator przez około 5 minut pod napięciem, a to dlatego, ponieważ kondensatory dłużej nieużywane wykazują początkowo wyższy prąd upływności. Wielkość przykładanego napięcia powinna odpowiadać w przybliżeniu napięciu pracy badanego kondensatora. Przełącznikiem 1 można napięcie nastawić zgrubsza. Dokładne wyregulowanie napięcia dokonuje się za pomocą leżącego na wejściu dzielnika 1000 omów 2 W.



Rys. 1

Gdybyśmy chcieli żarzyć lampę prostowniczą z oddzielnego transformatora, wówczas można zrezygnować z przełącznika 1 oraz z odczepów na wtórnym uzwojeniu transformatora, a napięcie regulować na wejściu za pomocą potencjometru 5000 omów 10 W. W tym wypadku odpada z układu opór 4000 omów, włączony w szereg z potencjometrem 1000 omów.



Rys. 2

Ponieważ powyższy układ pracuje przy wyższych napięciach, należy przedsięwziąć odpowiednie środki ostrożności.

Inną, prostszą metodą jest pomiar mostkiem prądu zmiennego. W tym wypadku mierzy się pojemność i kąt stratności. Do pomiaru może być użyty jakikolwiek mostek prądu zmiennego, np. znany „Philoscop". Kąt stratności w kondensatorze elektrolitycznym wynika głównie z oporności rzeczywistej elektrolitu i z oporności izolującej warstwy tlenkowej. Jako kąt stratności oznacza się tangens kąta, który na wykresie wektorowym powstaje z przesunięcia fazy (rys. 2). Moc pozorna kondensatora:

$$N_p = I \cdot U$$

Moc strat:

$$N_s = I \cdot U \cdot \cos\varphi = I \cdot U \cdot \sin\delta$$

dla małych kątów:

$$\sin\delta \approx \operatorname{tg}\delta$$

stąd:

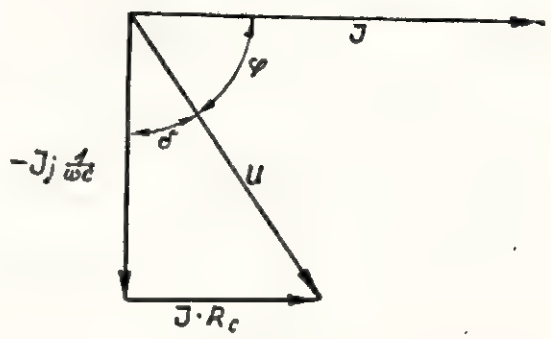
$$N_s = I \cdot U \cdot \operatorname{tg}\delta .$$

Iloraz z mocy strat przez moc pozorną nazywamy kątem stratności.

$$\frac{N}{N} = \frac{I \cdot U \cdot \operatorname{tg}}{I \cdot U} = \operatorname{tg}\delta .$$

Jak wynika z wykresu, kondensator elektrolityczny można rozpatrywać jako szeregowe połączenie idealnego kondensatora z opornością rzeczywistą. Jeśli więc w pewnym układzie pomiarowym mierzyć będziemy zarówno pojemność jak i kąt stratności, to otrzymany wynik dostarczy nam pewniejszych danych, co do użyteczności danego kondensatora elektrolitycznego, aniżeli wyłączny pomiar prądu upływu. Łatwo więc zauważyć, że istnieje duże prawdopodobieństwo, iż prąd upływu leży w dopuszczalnych granicach, jeśli z trzech składowych określających dobroć, dwie są właściwe. Szczególnie dlatego, ponieważ wszystkie trzy składowe: pojemność, prąd upływu oraz kąt stratności wskutek przebiegów elektrochemicznych są od siebie zależne.

Oba te pomiary najłatwiej i najszybciej wykonać można mostkiem prądu zmiennego. W jedną gałąź mostka włączamy mierzony kondensator elektroli-



Rys. 3

tyczny C_X. W drugiej gałęzi mostka leży kondensator porównawczy C_N o znanej pojemności i bardzo małym kącie stratności i w szereg z nim regulowany opór R_N. Mostek doprowadza się do równowagi, strojąc kolejno opór regulowany mostka i opór dodatkowy R_N. Z chwilą wyrównania mostka dokonujemy odczytu. Np. mostek wskazuje jakąś wartość „a", więc:

$$C_X = a \cdot C_N .$$

Jeśli równocześnie możemy odczytać wartość regulowanego oporu dodatkowego (odczyt oznaczamy jako R_a) wówczas znajdziemy oporność strat mierzonego kondensatora z następującego wzoru:

$$R_x = R_a \frac{C_N}{C_X} = \frac{R_a}{a},$$

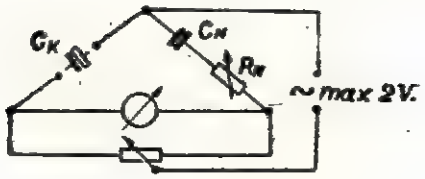
$tg\delta$ obliczymy łatwo ze wzoru:

$$tg\delta = \omega R_x C_x \cdot 10^{-6}$$

$$\omega = 2\pi f \text{ ; dla } 50 \text{ c/s} = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 = 314 :$$

Dla częstotliwości 50 c/s wartości $tg\delta$ można bez obliczania odczytać z załączonego nomogramu. Przed rozpoczęciem pomiaru mostkiem prądu zmiennego należy zważać, aby napięcie pomiaru nie przekraczało 2 V. W przeciwnym wypadku należy

(Funk — Technik)



Rys. 4

kondensator elektrolityczny spolaryzować właściwym jemu stałym napięciem pracy.

Poniżej podane są wartości $tg\delta$:

kondensatory elektrolityczne „mokre" 5...10% $tg\delta$
kondensatory elektrolityczne „suche" 2.... 5% $tg\delta$

Stwierdzono doświadczalnie, iż do filtrów zasilaczy sieciowych nadają się kondensatory elektrolityczne o wartości $tg\delta$ do 15%.

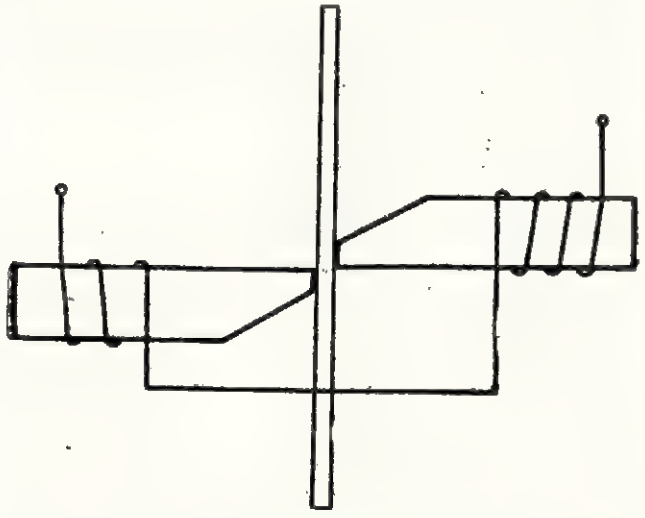
BOLESŁAW URBAŃSKI

Magnetofon amatorski

4. Głowice.

Głowice są elektromagnesami, których zadaniem jest: kasowanie uprzedniego stanu magnetycznego materiału nośnego, nagrywanie i odtwarzanie. Odpowiednio do tych zadań nazywają się one kasującymi, nagrywającymi i odtwarzającymi. Często ta sama głowica spełnia dwie funkcje: nagrywa w procesie nagrywania, a następnie odtwarza w procesie odtwarzania.

W pierwotnych urządzeniach do magnetycznego nagrywania (aparaty Marconi-Stille, Blattnerphon) głowice stanowiły proste elektromagnesy (rys. 1) przylegające z obu stron do materiału nośnego. Zostały one zarzucone ponieważ wytwarzały szerokie pole magnetyczne oddziaływania, czego wynikiem była potrzeba stosowania wielkich prędkości przesuwu.



Rys. 1. Głowica dwustronna

W nowoczesnych urządzeniach stosowane są prawie wyłącznie głowice pierścieniowe (rys. 2) i (rys. 3). Lamelowany rdzeń tych głowic o średnicy 25 mm, przekroju 3 × 7 mm, złożony jest z dwóch symetrycznych połówek, z których każda posiada ceweczki o połowie uzwojenia. Połówki rdzenia są tak złożone, że występuje między nimi szczelina, tzw. szczelina robocza, w którą wstawiona jest odpowiedniej grubości blaszka z miedzi lub brązu berylowego. Płynące w wkładce prądy wirowe zmuszają strumień do wyjścia ze szczeliny w przypadku głowicy kasującej i nagrywającej, a skierowują strumień wzdłuż rdzenia w przypadku głowicy odtwarzającej. Celem uzyskania jak najmniejszego remanentu magnetycznego rdzenia głowicy stosuje się na nie blachy ze stopów żelazoniklowych o dużej przenikalności magnetycznej, a małej koercji. Ponieważ przez rdzeń płyną szybkozmienne strumienie magnetyczne, aby zmniejszyć straty na prądy wirowe, rdzenie są wykonane, jako lamelowane z blach o grubości od 0,05 do 0,2 mm. Przekrój rdzenia musi być wystarczający dla przepuszczenia strumienia roboczego, bez wejścia w zakres nieliniowy charakterystyki magnesowania materiału rdzenia.

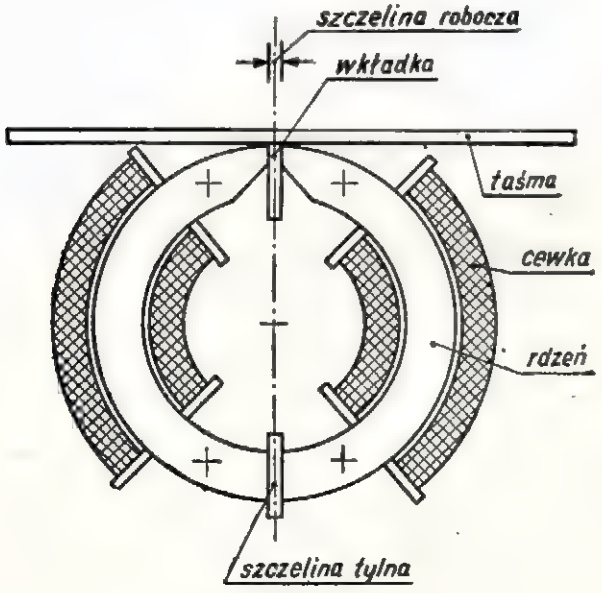
Rdzenie z nałożonymi na nie cewkami są skręcone razem nakładkami z materiału niemagnetycznego (mosiądz, cynk, stopy lekkie).

W szczegółach wykonania głowice różnią się między sobą w zależności od przeznaczenia.

Głowica kasująca posiada jedną lub dwie szczeliny robocze szerokości ok. 0,5 mm, rdzeń z blach ze stali krzemowej. Płyną przez nią prądy o częstotliwości od 30 do 150 kc. Wielkość prądu potrzebnego do całkowitego skasowania materiału nośnego jest zależna od magnetycznych właściwości nośnika.

Głowica nagrywająca ma wytworzyć przed szczeliną bardzo wąskie skoncentrowane pole o względnie małym rozproszeniu. Natężenie tego pola musi być

ściśle proporcjonalnie do chwilowych wielkości prądu płynącego przez cewki głowicy. Szczelina robocza głowicy nagrywającej ma zazwyczaj szerokość większą niż szczelina głowicy odtwarzającej wynoszącą od ok. 25 μ do 40 μ. Jako normę międzynarodową ustalono szerokość szczeliny głowicy nagrywającej 28 μ dla prędkości 76,2 i 38,1 cm/sek. i 14 μ dla 19 cm/sek. Dla zmniejszenia remanentu magnetycznego pochodzącego od dużych uderzeń prądowych, rdzeń głowicy ma dodatkową szczelinę tylną naprzeciw szczeliny roboczej, o szerokości ok. 0,3 mm. Przez cewki głowicy płynie prąd podkładu o częstotliwościach od 30 do 150 kc, a równocześnie przepływa przez nią prąd sygnału małej częstotliwości.



Rys. 2. Głowica jednostronna pierścieniowa

Rdzeń głowicy odtwarzającej przenikają zmienne strumienie magnetyczne materiału nośnego i indukują w jej uzwojeniu napięcia. Szerokość szczeliny głowicy odtwarzającej wynosi od 10 do 20 μ. Ustalenie szerokości opiera się na kompromisie między wielkością siły elektromotorycznej, a najkorzystniejszym przebiegiem częstotliwościowym. Malejąca szerokość szczeliny poprawia charakterystykę odtwarzania wysokich częstotliwości, w tym samym stopniu jednak powoduje zmniejszenie SEM-cznej indukowanej w głowicy. Jako normę międzynarodową przyjęto szerokość szczeliny głowicy odtwarzającej wynoszącą 14 μ dla prędkości przesuwu 76,2 i 38,1 cm/sek. i 10 μ dla 19 cm/sek. cm/sek.

Głowice są wykonane jako nisko- lub wysokoomowe. Głowice wysokoomowe mają cewki o dużej ilości cienkiego drutu, a oporność ich jest dopasowana do bezpośredniego obciążenia wzmacniaczy i generatorów. Wartości tych głowic nie są jeszcze znormalizowane. Głowice niskoomowe są stosowane tam, gdzie odległość ich od wzmacniaczy musi być większa niż ok. 1 m. Wymagają one transformatorów dopasowania o znacznej przekładni. Głowice niskoomowe są znormalizowane, a ich dane zestawione są w tabeli:

ZESTAWIENIE

danych elektrycznych i konstrukcyjnych znormalizowanych głowic niskoomowych przy prędkości przesuwu taśmy 76,2 i 38,1 cm/sek.

	Kasująca	Głowice	
		nagrywająca	odtwarzająca
Szerokość szczeliny roboczej w mm.	wg. norm starych 0,5	0,04	0,02
	wg. norm nowych 0,5	0,028	0,014
Szerokość szeliny tylnej w mm.	—	0,4	—
Ilość zwojów	2×75	2×150	2×250
Średnica drutu (mm.)	0,4	0,3	0,2
Instrukcyjność (mH przy 800 c)	2	7	80
Prąd w. cz. (mA 60 kc)	150	10	—
Prąd m. cz. przy pełnym wysterowaniu (mA przy 800 c)	—	5	—
Opór strat dla w. cz. (ohm)	100	1000	—

Bardzo ważnym, dla właściwej pracy głowicy nagrywającej i odtwarzającej jest dokładne ustalenie szerokości szczelin roboczych oraz ustawienie szczelin względem siebie i względem taśmy. Ustawienie szczelin prostopadle do ruchu taśmy jest najbardziej krytyczne. Pożądana jest dokładność

Rys. 3. Głowica i jej części składowe

większa niż ± 1 minuta. Aby ją umożliwić głowice posiadają specjalną obudowę z szeregiem śrubek kalibrujących (rys. 4). Jedne śrubki służą do ustalenia szerokości szczeliny roboczej, drugimi można regulować poziomy ustawienia głowicy względem taśmy, a jeszcze innymi prostopadłe ustawienie. Ustawienia tego można dokonać zgrubsza przy użyciu

ciu mikroskopu. Dokładniejsze precyzyjne ustawienie końcowe osiąga się przy użyciu taśmy pomiarowej z nagranym tonem o częstotliwości od 5 do 10 kc. Odtwarzając taką taśmę dokonuje się ustawienia na maksymalną wielkość sygnału głowicy odtwarzającej, mierzoną woltomierzem lampowym lub oscyloskopem. Po właściwym ustawieniu i zafiksowaniu głowicy odtwarzającej można przy jej pomocy ustawić głowicę nagrywającą. W tym celu nagrywa się na czystej taśmie głowicę nagrywającą, która ma być ustawiona, sygnał o częstotliwości wysokiej od 5 do 10 kc. W czasie nagrania reguluje się ustawienie głowicy nagrywającej, obserwując równocześnie wielkość sygnału głowicy odtwarzającej. Właściwe położenie szczeliny wskazuje maksymalna wielkość sygnału odtwarzania. Oczywiście ustawienia głowicy odtwarzającej nie zmienia się już w czasie tego procesu. Ustawienie głowicy nagrywającej można również przeprowadzić prościej traktując ją jako głowicę odtwarzającą i odtwarzając nią taśmę pomiarową, wzorcową, podobnie jak przy ustawieniu głowicy odtwarzającej.

W przypadku stosowania jednej głowicy zarówno do nagrywania jak i odtwarzania odpada potrzeba ustawienia głowic, natomiast potrzebny jest dobry przełącznik ze względu na mały sygnał indukowany w głowicy przy odtwarzaniu.

Ustawienie głowicy kasującej nie jest krytyczne i można go wykonać wzrokowo. Szczelina robocza powinna być prostopadła do taśmy i powinna wypaść w środku łuku styku taśmy z głowicą.

Trwałe namagnesowanie głowic np. przez dotknięcie ich namagnesowanym śrubokrętem lub jakimś innym zewnętrznym polem może spowodować znaczne szumy lub zniekształcenia. Odmagnesowanie głowic odbywa się przez przepuszczenie przez nie prądu zmiennego sieci przemysłowej o dostatecznym natężeniu (do 150 mA), przy czym najpierw zwiększa się powoli płynący przez głowicę prąd do wartości największej, chwilę utrzymuje się na tej wartości, a następnie zmniejsza powoli do zera.

Głowice nagrywająca i odtwarzająca są chronione przed zakłócającymi polami osłonami z materiałów o dużej przenikalności magnetycznej. Szczególnie głowica odtwarzająca, w której indukują się małe napięcia, musi być dobrze ekranowana. Ekran jest wykonany z dwóch warstw blach ze stopu niklu i żelaza, z warstwą miedzi między nimi, uzupełniony z przodu dodatkowym ekranem na zawiasach. Dla osłony przed polami rozproszenia głowicy kasującej wystarcza osłona z grubej blachy miedzianej.

Głowica kasująca, nagrywająca i odtwarzająca stanowią zwykły zestaw głowic, zmontowany we wspólnej kasecie (rys. 4). W celu łatwej wymiany w razie uszkodzenia lub zużycia głowic, zestawy są wyposażone w listwy kontaktowe.

Taśma ślizgając się po czołach głowic powoduje ich ścieranie się na powierzchni styku. Występujące po dłuższym czasie pracy zużycie głowic prowadzi do zmian przebiegu częstotliwościowego. Np. malejąca indukcyjność głowicy odtwarzającej wywołuje podkreślenie średnich i wyższych częstotliwości akustycznych. Równocześnie powiększająca się szerokość szczeliny daje obcinanie najwyższych częstotliwości. Ścieranie się głowicy nagrywającej prowadzi, przy utrzymaniu stałych prądów magnesujących, do większego zagęszczenia pola w pobliżu szczeliny. Występujące wtedy spłaszczenie krzywej ograniczającej pole prowadzi ze swej strony do pogorszenia nagrania najwyższych częstotliwości. Efekty te są niezauważalne do około 500 do 1000 godzin pracy głowicy. Dla oszczędzania głowic zestawy są wyposażone w rolkę, przy pomocy której można odsunąć taśmę od głowicy w czasie przewijania lub od głowicy nagrywającej i kasującej w procesie odtwarzania

Rys. 4. Zestaw głowic magnetofonu taśmowego

Skupianie magnetyczne

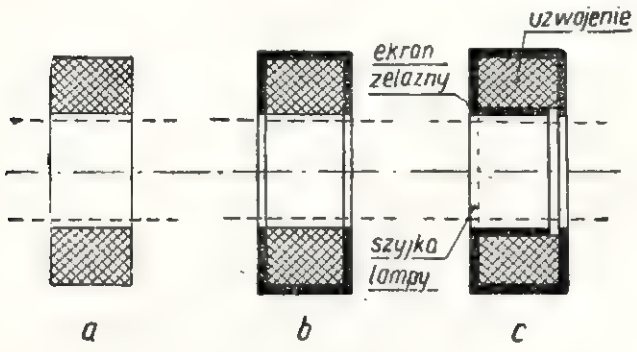
Jednym z wielu zagadnień, z jakimi spotyka się na każdym kroku technik telewizyjny jest skupianie magnetyczne strumienia elektronów w lampie obrazowej. Zagadnieniu temu poświęcono dotychczas stosunkowo mało uwagi, pomimo że od dobrego skupienia wiązki elektronów zależy w znacznej mierze jakość obrazu. Dopiero w ostatnich czasach zaczęto badać bliżej tę sprawę, określając warunki otrzymania ostrej plamki w każdym punkcie ekranu.

Celem niniejszego artykułu jest omówienie szeregu praktycznych problemów związanych ze skupieniem magnetycznym. Czytelników pragnących zapoznać się z teoretyczną stroną tego zagadnienia odsyłamy do artykułu mgr inż. T. Bzowskiego pt. „Telewizja" cz. VIII i IX zamieszczonych w nr. nr. 2 i 3 z r. 1950 w miesięczniku „Radio".

1. Sposoby skupiania magnetycznego

Skupienie rozbieżnej wiązki elektronów wybiegających z działa elektronowego uzyskuje się dzięki wytworzeniu pola magnetycznego o osi skierowanej

równolegle do osi lampy obrazowej. Pole o pożądanym natężeniu i kształcie wytwarzane jest bądź przy pomocy cylindrycznego magnesu stałego, bądź też przy pomocy również cylindrycznej cewki zasilanej prądem stałym. Zarówno magnes jak i cewka umieszczane są na szyjce lampy obrazowej w pobliżu cewek odchylających od strony działa elektronowego.



Rys. 1

Sposób wykonania magnesu lub cewki skupiającej wpływ na kształt wytwarzanego pola magnetycznego, a więc na kształt i wielkość plamki świetlnej na ekranie, która powinna być okrągła o możliwie najmniejszej średnicy.

Najczęściej spotykane formy cewek skupiających ilustruje rys. 1.

Chronologicznie najstarszą formę przedstawia rys. 1a. Cewka taka jest po prostu nawinięta na odpowiedniej formie i nałożona na szyjkę lampy. Uzyskiwane dzięki niej skupienie wiązki elektronów pozostawiało wiele do życzenia, ze względu na nieodpowiedni kształt pola magnetycznego i obecność silnego pola rozproszenia na zewnątrz cewki.

W celu zmniejszenia pola rozproszenia zewnętrzne ścianki cewki otacza się płaszczem z blachy żelaznej (rys. 1b). Korzyść z takiego rozwiązania jest podwójna: po pierwsze poprawia się kształt pola magnetycznego, a po wtóre zmniejsza się ilość energii potrzebnej do zasilania cewki.

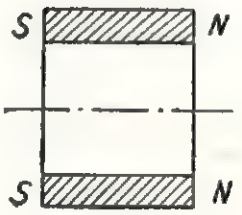
Dalszym ulepszeniem cewki skupiającej jest wykonanie jej w formie przedstawionej na rys. 1c. Tutaj płaszcz żelazny otacza uzwojenie ze wszystkich stron z wyjątkiem niewielkiej szczeliny. Zmniejszanie tej szczeliny powoduje zmniejszenie plamki świetlnej, a więc coraz lepsze skupienie, ale z drugiej strony zwiększa się prąd potrzebny do wytworzenia koniecznej do skupienia liczby amperozwojów. Z tego względu należy wybrać rozwiązanie pośrednie dające dobre skupienie przy stosunkowo niewielkim jeszcze prądzie zasilającym cewkę. Szerokość szczeliny w płaszczu ekranującym cewkę wynosi w praktyce 5 do 8 milimetrów.

Takie rozwiązanie cewki skupiającej jest obecnie prawie wyłącznie stosowane. Przy pomocy cewki tego typu uzyskuje się całkowicie zadowalające skupianie wiązki elektronów.

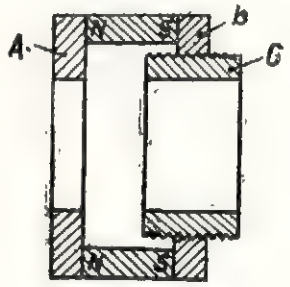
Przejdźmy obecnie do omówienia spotykanych w praktyce kształtów magnesów stałych. W najprostszej formie jest to magnesowany pierścień stalowy (rys. 2) nasadzony na szyjkę lampy. Niedogodnością takiego rozwiązania jest brak możliwości regulacji ostrości plamki na ekranie. Natężenie pola magnetycznego wytwarzane przez magnes może ulec zmianie, np. wskutek starzenia się i wówczas ostrość obrazu ulega pogorszeniu. Można to poprawić, zmieniając nieco wysokie napięcie kineskopu, jednakże zmienia się przy tym wielkość i jasność obrazu na ekranie. Z tego względu sposób ten stosowany jest bardzo rzadko.

O ile lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie bądź bocznika magnetycznego (rys. 3), który pozwala regulować w pewnych granicach natężenie pola wewnątrz szyjki lampy, bądź też dodatkowego uzwojenia, którym doprowadza się natężenie pola do pożądanej wartości (rys. 4).

Porównując oba systemy skupiania magnetycznego, przy pomocy magnesu stałego, musimy stwierdzić, że bardziej korzystne jest stosowanie tego ostatniego. Wyższość magnesu stałego nad cewką polega przede wszystkim na tym, że nie pobiera żadnej energii zasilającej oraz, że wartość natężenia pola magnetycznego nie ulega zmianom powodowanym wahaniom napięcia sieci. Raz wyregulowana ostrość



Rys. 2



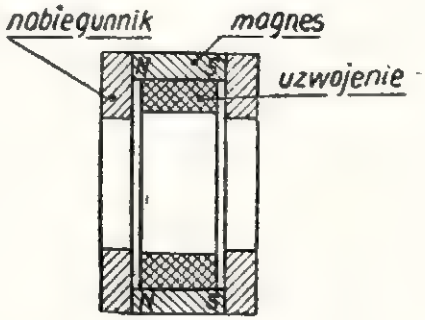
Rys. 3

plamki na ekranie nie zmienia się, nie wymaga ciągłej korekcji, o ile oczywiście wysokie napięcie kineskopu nie ulega dużym zmianom.

Pomimo zalet magnesu stałego o wiele częściej spotyka się w odbiornikach telewizyjnych cewki skupiające, ponieważ koszt ich wykonania jest znacznie niższy niż magnesu stałego.

2. Zniekształcenia skupiania magnetycznego

Na jakość skupiania wiązki elektronów, czyli na kształt i średnicę plamki świetlnej na ekranie ma duży wpływ szereg czynników. Można je podzielić na trzy grupy.



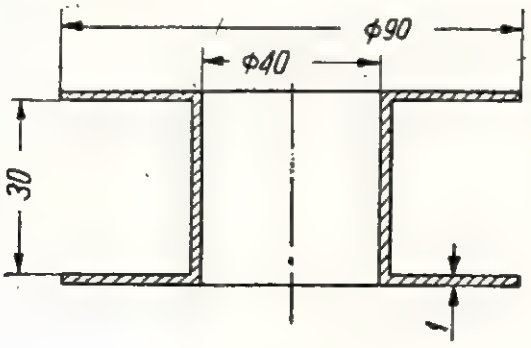
Rys. 4

Do grupy pierwszej należy nieodpowiedni kształt cewki skupiającej (lub magnesu), wytwarzającej wskutek tego pole magnetyczne o niewłaściwym kształcie oraz wadliwe ustawienie cewki względem szyjki lampy.

Do drugiej grupy zalicza się zmiany napięcia zasilającego powodujące zmiany prądu w cewce skupiającej, zmiany oporności cewki wywołane wzrostem temperatury podczas pracy oraz zmiany wysokiego napięcia lampy obrazowej.

Wreszcie do grupy trzeciej należy zaliczyć różnicę w krzywiźnie ekranu lampy obrazowej i odchylania (środek krzywizny ekranu znajduje się dalej niż środek pola odchylającego) oraz wpływ czół cewek odchylających wytwarzających nowe pole magnetyczne.

W dalszym ciągu omówimy kolejno poszczególne zagadnienia i sposoby przeciwdziałania czynnikom szkodliwym mające na celu uzyskanie na całej powierzchni ekranu ostrości nie zmieniającej się w czasie pracy odbiornika.



Rys. 5

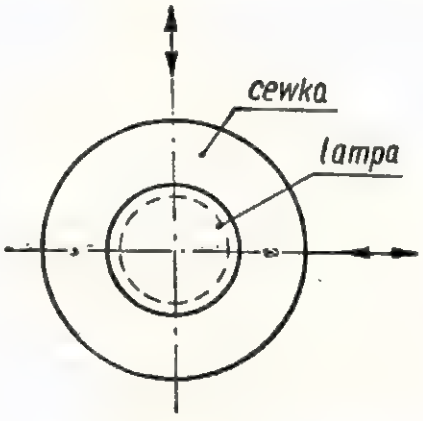
3. Budowa i ustawianie cewki skupiającej

Cewkę skupiającą nawija się na odpowiednim korpusie wykonanym z materiału izolacyjnego np. z tektury bakielizowanej. Odpowiednie wymiary korpusu podane są na rys. 5. Uzwojenie należy ułożyć warstwami przekładając je bibułką izolacyjną. W ten sposób uzyskuje się najlepsze wypełnienie przestrzeni jaką rozporządza. Na nawiniętą cewkę nakłada się ekran z blachy z miękkiego żelaza o grubości 0,8 — 1,5 mm. Ekran ten należy wykonać tak, jak to pokazano na rys. 1c.

W ten sposób wykonana cewka zapewnia wytworzenie pola magnetycznego o właściwym kształcie warunkującym uzyskanie dobrej ostrości.

Jeśli chodzi o ilość zwojów i przekrój drutu cewki skupiającej, to warunkiem, jaki należy spełnić jest ilość amperozwojów koniecznych dla uzyskania skupienia wiązki elektronów na powierzchni ekranu. Dla większości lamp obrazowych ilość amperozwojów wynosi 400 do 600. Pożądaną ilość amperozwojów można uzyskać przy pomocy cewki o dużej ilości zwojów przepuszczając przez nią prąd o niewielkim natężeniu, lub też przy pomocy cewki o niewielkiej ilości zwojów i dużego natężenia prądu.

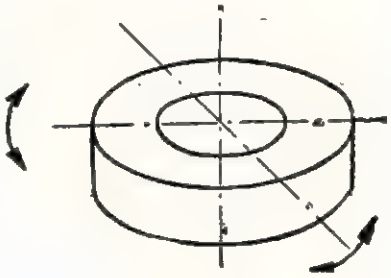
W praktyce oba rodzaje cewek są stosowane. Cewki zasilane równolegle pobierające 10 — 20 mA prądu posiadają 25.000 do 40.000 zwojów drutu o średnicy 0,08 do 0,1 mm. Odporność ich na zimno wynosi 12.000 do 20.000 omów. Cewki zasilane szeregowo pobierają przeciętnie 100 mA prądu i posiadają 4000 do 5000 zwojów drutu o średnicy 0,25 mm. Oporność ich jest rzędu 3000 omów.



Rys. 6

Do uzyskania dobrego skupiania konieczne jest bardzo staranne ustawienie cewki skupiającej na szyjce lampy obrazowej. Najlepsze warunki skupiania uzyskać można tylko wtedy, gdy osie pola magnetycznego i utrzymanie elektronów dokładnie pokrywają się. W celu umożliwienia tej regulacji umocowanie cewki skupiającej powinno być tak wykonane, aby pozwalało na przesuwanie cewki w dowolnym kierunku w płaszczyźnie prostopadłej do osi lampy, a także, by można było oś cewki skręcać względem osi lampy, jak to uwidoczniono na rys. 6 i 7. Z tego też względu wewnętrzna średnica ekranu cewki powinna być o kilka milimetrów większa od średnicy szyjki lampy.

Idealne wstawienie cewki skupiającej uzyskuje się, gdy skupiana plamka świetlna znajduje się niezależnie od kierunku prądu w cewce w tym samym punkcie, co środek plamki nieskupionej. Należy tu zaznaczyć, że wskutek tolerancji mechanicznych przy fabrykacji kineskopów środek plamki nie skupionej nie zawsze pokrywa się ze środkiem ekranu. Wady tej nie należy kompensować odpowiednią regulacją położenia cewki skupiającej, lecz jedynie



Rys. 7

przy pomocy organów służących do pionowego przesuwania obrazu.

Regulację położenia cewki skupiającej wykonuje się przy zasilaniu jej prądem o właściwym natężeniu. W obwód zasilający należy włączyć przełącznik, który umożliwia odwracanie kierunku prądu lub przerwanie go. Dla uniknięcia powstawania dużych przepięć na cewce należy ją zablokować kondensatorem o wartości rzędu 10.000 pikofaradów.

Manewrując przełącznikiem należy zmieniać położenie cewki dotąd, dopóki nie uzyska się pokrywania plamek świetlnych przy poszczególnych położeniach przełącznika. Po regulacji cewki należy zafiksować.

Jeśli mamy do czynienia z cewką zasilaną szeregowo, czyli o małej indukcyjności, to regulację jej ustawienia można przeprowadzić zasilając uzwojenie prądem zmiennym z sieci. Napięcie należy dobrać o takiej wartości, aby w chwili przechodzenia prądu przez maksimum, uzyskać skupienie plamki. W ten sposób jednocześnie widzimy na ekranie plamkę nie skupioną, gdy prąd przechodzi przez zero oraz obie plamki skupione, gdy prąd przechodzi przez dodatnie i ujemne maksimum.

Do regulacji położenia cewki skupiającej należy również przesuwanie jej wzdłuż szyjki lampy przy jednoczesnym regulowaniu natężenia prądu w cewce, gdyż im bliżej ekranu znajduje się cewka, tym mniejsze jest natężenie prądu potrzebne do uzyskania skupienia. Najwłaściwsze położenie cewki będzie takie, przy którym uzyskana plamka jest najmniejsza i zachowuje jeszcze kształt okrągły.

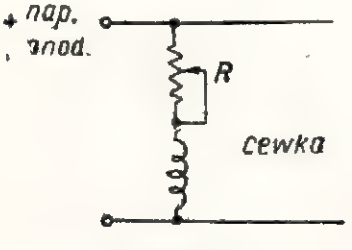
Ustawianie stałego magnesu skupiającego polega na przerwaniu nabiegunnika A (rys. 3) w płaszczyźnie prostopadłej do osi lampy (regulacja zgodności osi pola magnetycznego i strumienia elektronów) oraz na wkręcaniu lub wykręcaniu bocznika magnetycznego C (regulacja natężenia pola wewnątrz lampy dla uzyskania ostrości). Poza tym cały magnes podlega przesuwaniu wzdłuż szyjki lampy w celu uzyskania najlepszego skupienia.

4. Zasilanie cewek skupiających

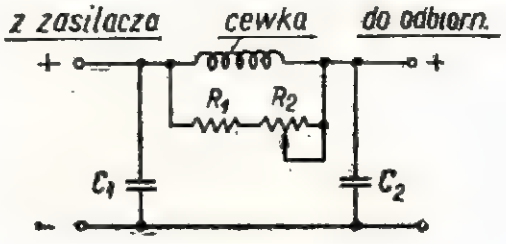
Rozróżniamy dwa zasadnicze sposoby zasilania cewek skupiających: równoległe i szeregowe.

Cewki wysokoomowe o dużej ilości zwojów zasila się całkowitym napięciem anodowym włączając w szereg z nią opór drutowy R odpowiedniej wielkości (rys. 8), którym reguluje się natężenie prądu w cewce.

Cewki niskoomowe o małej ilości zwojów zasila się prądem pobieranym przez odbiornik, włączając je w szereg w przewód napięcia anodowego i bocznikując oporem regulowanym (rys. 9). W tym układzie cewkę skupiającą wykorzystuje się jako dławik w filtrze zasilacza i dlatego blokuje się ją po obu stronach kondensatorami elektrolitycznymi C_1 i C_2. Bocznikowy opór do regulacji prądu w cewce podzielony jest na duże części R_1 i R_2. Opór R_1 ma wartość stałą i służy do zabezpieczenia oporu regulowanego R_2 od spalenia w przypadku, gdy oporność jego jest bardzo mała (wówczas większość prądu płynęłaby prze opór R_2).



Rys. 8

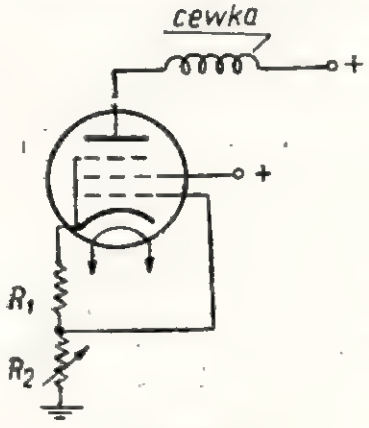


Rys. 9

Ujemną stroną zasilania równoległego jest zwiększenie poboru prądu anodowego, natomiast wadą zasilania szeregowego jest spadek napięcia anodowego na cewce, wskutek czego przestawnik musi dostarczać większego napięcia anodowego.

Dla poszczególnych typów zasilania cewek skupiających można podać następujące dane charakterystyczne:

a) zasilanie równoległe: napięcie zasilające 300 V, natężenie prądu w cewce 15 mA, oporność cewki 20.000 omów, opór regulacyjny 10.000 omów, 10 watów.



Rys. 10

b) zasilanie szeregowe: napięcie (spadek napięcia na cewce) 30 V, prąd w cewce 100 mA, oporność cewki 300 omów, opór regulacyjny 300 omów, 5 watów, opór zabezpieczający 100 omów 2 waty.

5. Stabilizacja prądu w cewce skupiającej

Na wahania natężenia prądu w cewce skupiającej mają wpływ dwa czynniki, a mianowicie: wzrost oporności omowej cewki pod wpływem zmian temperatury oraz wahania napięcia zasilającego.

Prąd przepływający przez uzwojenie cewki powoduje wydzielanie się w nim ciepła, wskutek czego wzrasta temperatura uzwojenia i oczywiście jego oporności. Przyrost oporności miedzi przy wzroście temperatury jest dość znaczny i wynosi 0,4% na jeden stopień przyrostu temperatury. Jeśli więc temperatura uzwojenia cewki wzrośnie np. o 30°C, to jego oporność zwiększy się o 12%.

Zmianom tym przeciwdziałamy regulując przy pomocy odpowiedniego pokrętła w odbiorniku, oznaczonego „ostrość" opór włączony w szereg z cewką lub równolegle do niej zależnie od sposobu jej zasilania (patrz rys. 8 i 9).

Jeśli po uruchomieniu odbiornika wyregulujemy ostrość na ekranie, to po pewnym czasie musimy tę regulację poprawić. Po nagrzaniu się odbiornika ostrość przestaje się już zmieniać. Odwrotnie, jeśli ostrość obrazu była wyregulowana przy nagrzanym odbiorniku, to po jego włączeniu obraz będzie nie ostry, dopiero po upływie kilkunastu minut wyrazistość jego poprawi się.

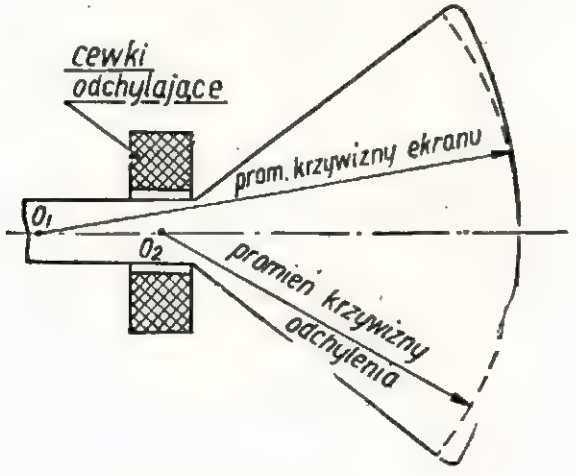
W celu uniknięcia tej kłopotliwej, bądź co bądź, regulacji skupiania stosuje się w odbiornikach wysokiej klasy zasilanie cewki skupiającej poprzez pentodę dostarczającą prądu o stałym natężeniu niezależnym praktycznie od oporności cewki. Odpowiedni schemat zasilania przedstawiony jest na rys. 10.

Przy wyborze lampy należy zwrócić uwagę na jej moc, by zdolna ona była dostarczyć prąd wymagany do uzyskania skupienia.

Ponieważ odbiornik telewizyjny posiada znaczną ilość lamp (przeciętnie od 20 do 30), więc stosowanie odrębnej lampy do stabilizacji prądu w cewce skupiającej podrożyłoby jeszcze jego koszt. Dla oszczędności więc można wykorzystać jedną z istniejących w odbiorniku lamp do zasilania cewki skupiającej. Często wykorzystuje się lampę głośnikową włączając w jej obwód anodowy cewkę skupiającą, odpowiednio zablokowaną kondensatorem. Ilość zwojów należy dobrać stosownie do prądu anodowego lampy.

Drugim czynnikiem mającym wpływ na natężenie prądu w cewce są wahania napięcia sieci zasilającej. Proporcjonalnie do tych wahań zmienia się napięcie anodowe i prąd pobierany przez odbiornik. Jasne jest, że wraz ze zmianami napięcia sieci będzie zmieniało się również natężenie prądu w cewce skupiającej.

Jeśli wahania napięcia sieci nie przekraczają określonych norm, to wszelka stabilizacja jest zbędna. Natomiast jeśli te zmiany są duże, rzędu kilkunastu procent to jest konieczne zastosować stabilizację. Można ją np. uzyskać w układzie jak na rys. 10 stosując stabilizację np. neonówką napięcia ekranu lampy zasilającej cewkę skupiającą. Dzięki użyciu tak zmodyfikowanego układu uzyskuje się uniezależnienie natężenia prądu cewki skupiającej od zmian oporności oraz wahań napięcia sieci.

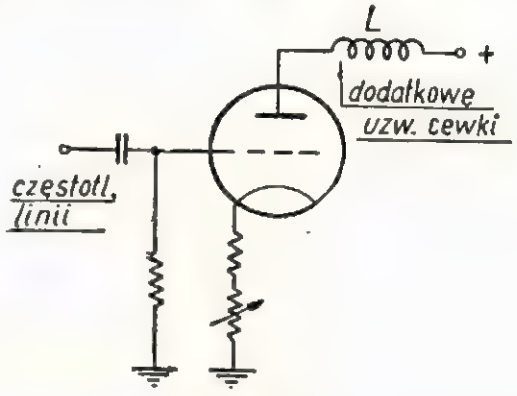


Rys. 11

6. Dekoncentracja na brzegach obrazu

Jak już wspomniano, środek krzywizny ekranu lampy nie pokrywa się ze środkiem odchylenia (rys. 11).

Z tego powodu skupianie na brzegach obrazu jest znacznie gorsze niż na środku. Przeciwdziałać temu można częściowo przez ustawienie najlepszej ostrości nie na sam środek a nieco bliżej ku brzegom obrazu.



Rys. 12

Innym rozwiązaniem jest zastosowanie dodatkowego uzwojenia L na cewce skupiającej zasilanego prądem w kształcie zębatym i częstotliwości linii dostarczanym przez układ uwidoczniony na rys. 12.

Działanie tego układu polega na tym, że do składowej stałej natężenia pola magnetycznego wytwarzanej przez główną cewkę skupiającą dodaje się składowa zmienna w taki sposób, że natężenie pola magnetycznego zmniejsza się, w miarę jak plamka wybierająca przesuwa się od środka do brzegu ekranu. Dzięki temu ogniskowa soczewki magnetycznej skupiającej strumień elektronów staje się nieco dłuższa i przez to pokrywa się z odległością do ekranu. Przez odpowiednie dobranie elementów układu np. 12 i dobranie warunków jego pracy można uzyskać dobrą ostrość wzdłuż całej linii. W ten sposób można uzyskać dobrą ostrość w kierunku poziomym. Podobną kompensację ostrości można przeprowadzić również i w kierunku pionowym obrazu, stosując drugą dodatkową cewkę zasilaną przez identyczny układ, z tą różnicą, że prąd kształtu zębatego w cewce ma tu częstotliwość ramki.

Drugim czynnikiem wpływającym na pogorszenie ostrości na brzegach obrazu jest osiowa składowa pola magnetycznego wytwarzanego przez cewki odchylające, a zwłaszcza przez ich czoła.

Jeśli jednak cewkom odchylającym nadamy odpowiedni kształt wówczas efekt dekoncentracji na brzegach obrazu bedzie do pominięcia, a nawet można tym sposobem skompensować dekoncentrację wywołaną różnicą krzywizn ekranu i odchylania.

Zagadnienia tego nie omawiamy szerzej z tego względu, że należy ono do projektowania i wykonania cewek odchylających, co będzie szczegółowo omówione w jednym z następnych artykułów.

Uniwersalny i prosty woltomierz amatorski na prąd zmienny i stały

W Nr 6 „Radioamatora" z roku 1951 opisywaliśmy „prosty woltomierz lampowy" na prąd zmienny, o dużej rozpiętości odczytów i wysokiej oporności wejściowej. Nie był on w rzeczywistości skomplikowany a przedstawiał wiele zalet, przede wszystkim tę, że posiadał bardzo małą pojemność wejściową, a następnie skala jego odczytów była prawie prostoliniowa, mimo, że najniższy zakres odczytów wynosił tylko 2,5 wolta. Woltomierz ten czynił użytek z mostkowego układu lampowego, mającego duże zalety jako elektronowy zestaw pomiarowy.

Obecnie przedstawiamy Czytelnikom inny jeszcze sposób pomiaru napięć zmiennych przy pomocy lampy elektronowej, zresztą najprostszej, a mianowicie diody. Uproszczenie to spowoduje jednak pewne pogorszenie własności woltomierza, a mianowicie pojemność wejściowa będzie nieco większa, oporność wejściowa mniejsza, a zakres pokrytych napięć nie będzie mógł być tak niski jak w poprzednim układzie. Mimo to obecny układ będzie na pewno miał swoich zwolenników, ze względu na swą prostotę i łatwą możność pomiarów napięć zarówno zmiennych jak i stałych. Obecny układ ma jeszcze jedną zaletę, tę mianowicie, że nie wymaga żadnego skalowania oprócz może łatwego przeliczenia uzyskanych odczytów. Jego dokładność zależy tylko od użytych części składowych jak oporów, miliamperomierza i kondensatora. Jednak już zupełnie normalne, rynkowe składniki dają rezultaty zupełnie zadowalające tak, że błąd nie przekracza w żadnym wypadku ±10%, a przy odrobinie zapobiegliwości i ewentualnym skontrolowaniu woltomierza i to tylko zresztą jako przyrządu pomiarowego na prąd stały, możemy łatwo osiągnąć błąd nie większy niż ±3%, co jest aż nadto zadowalającym wynikiem. Najważniejsze jest właśnie to, że przyrząd nie wymaga wcale skalowania na prądzie zmiennym, a raz tylko sprawdzony i to tylko właściwie na jednym, najlepiej zresztą bliskim końca, punkcie skali każdego zakresu, daje nam już pewność dobrej pracy na całej skali i to tak na prądzie stałym jak i na prądzie zmiennym w bardzo szerokim zakresie częstotliwości, od fal długości nawet kilkudziesięciu metrów w dół, aż do częstotliwości akustycznych, a nawet i przemysłowych (50 c/s) jeśli jedna z części składowych (pojemność sprzęgająca) zostanie odpowiednio dobrana.

Schemat ideowy tego woltomierza lampowego pokazuje rys. 1. Jest to właściwie układ detekcji z lampą dwuelektrodową, diodą, z miliamperomierzem włączonym w szereg z opornością upływową.

Działanie układu wyjaśnia się prosto jak następuje. Jeżeli zaciski A — A dołączymy do badanego źródła napięcia zmiennego, to dzięki własnościom prostowniczym lampy kondensator C naładuje się szybko do pełnej amplitudy napięcia mierzonego źródła. Na kondensatorze mamy więc napięcie stałe o wartości równej amplitudzie napięcia zmiennego. Pomiar zaś tego napięcia stałego nie przedstawia dla nas żadnej chyba trudności. Ponieważ mierzone źródło ma zazwyczaj niski opór omowy dla prądu stałego załączamy więc woltomierz między katodę i anodę lampy, co jest w tym przypadku równoważne z załączeniem tego ostatniego do zasadniczo właściwych końcówek kondensatora C. Woltomierz, składający się na rysunku z miliamperomierza mA oraz oporność zmienianej skokami R mierzy więc amplitudę napięcia zmiennego, dowolnej zasadniczo częstotliwości.

Przy projektowaniu powyższego układu należy przedsięwziąć pewne środki ostrożności.

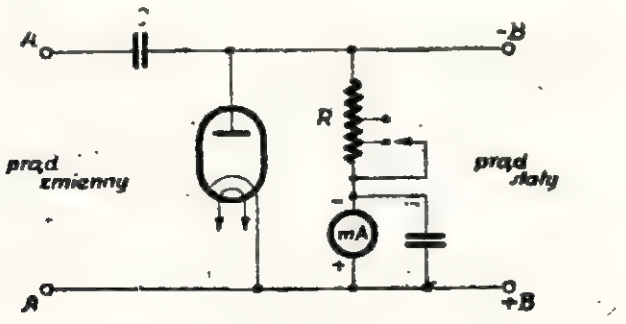
1) Opór R musi być duży w stosunku do oporności lampy (w kierunku prostowania), inaczej mówiąc woltomierz musi mieć duży opór na wolt (czuły miliamperomierz o małym poborze prądu dla pełnego wychylenia wskazówki) oraz nie można mierzyć zbyt małych napięć. Oporność woltomierza nie powinna więc być w żadnym razie mniejsza niż 200 omów na wolt skali (pobór prądu przez miliamperomierz — najwyżej 5 mA). Najniższe napięcie mierzone (przy pełnym wychyleniu przyrządu) nie powinno być mniejsze niż 10 wolt, choć lepiej zacząć od razu na przykład od 50.
2) Tzw. „stała czasu" $T = C_{PF} \cdot R_{M\Omega}$ nie powinna być mniejsza od 10 fc/s. Jeżeli więc weźmiemy najniższą częstotliwość mierzoną, tj. częstotliwość sieci 50 ok/sek., to mamy C.R.=0,2. Z powyższego widać znowu, że R powinno być jak największe, choć przy częstotliwościach radiowych nie ma to już, w odniesieniu do powyższego warunku, większego znaczenia. Powstaną tylko ewentualnie różnice w pomiarze przy małych częstotliwościach i przy częstotliwościach radiowych.

Warunkowi temu należy się małe objaśnienie. Jak wiemy, krzywa wyładowania naładowanego kondensatora wyraża się wzorem

$$V = V_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

gdzie V jest napięciem na kondensatorze w danej chwili t (sek) od rozpoczęcia wyładowania. Vo — napięcie początkowe do jakiego kondensator był naładowany, e = 2,718 podstawa logarytmów naturalnych i wreszcie RC stała czasu, przy czym R jest to oporność, na jaką kondensator c wyładowuje się. Im większy jest iloczyn RC, tym dłużej kondensator się wyładowuje, tym dłużej trzyma napięcie. Nie wdając się w dokładną analizę zjawiska, powiemy tylko, że w układzie z rys. 1 kondensator ładuje się przez niewielką część okresu prądu zmiennego, gdy napięcie na lampie jest dodatnie, a wyładowuje się przez pozostałą większą część tegoż okresu. Ponieważ przyrząd na prąd stały R —mA mierzy średnią wartość napięcia kondensatora w ciągu całego okresu, chodzi więc o to, aby ta wartość średnia jak najmniej odbiegała od wartości maksymalnej, innymi słowy, żeby kondensator nie zdążał się dużo wyładowywać w ciągu jednego okresu prądu zmiennego. Stąd wartość RC = 0,2, warunek zresztą bardzo surowy. I tak dla częstotliwości radiowych wystarcza doskonale zamiast użytej w aparacie modelowym wartości 0,5 μF, o wiele mniejszy kondensator o pojemności kilkuset

pF. Dla przekonania się zresztą o wszystkim, co było wyżej powiedziane, można zrobić następujące proste doświadczenie: dołączyć zaciski A — A gotowego przyrządu do sieci prądu zmiennego 50 ok/sek. 120 lub 220 wolt. Kondensator C niech będzie na przykład 100 pF, zapamiętać odczyt przyrządu mA po czym dołączyć równolegle do C kondensator 0,5 — 2 μF. Wskazówka przyrządu skoczy do góry o 20 — 30%. Należy więc zdecydować się czy będzie się używało przyrząd do częstotliwości radiowych i wtedy wystarczy mały kondensator mikowy o pojemności kilkuset pF, czy też użyjemy go do częstotliwości akustycznych i sieciowych, a wtedy C musi być co najmniej 0,5 μF. Kompromis między tymi ostatecznościami może się streścić do zastosowania dla C. kondensatora bezindukcyjnego 0,5 μF i wtedy pokryje się i zakres częstotliwości radiowych i akustycznych. W przyrządzie wykonanym przez autora równolegle do C dołączony jest kondensator mikowy 500 pF, jako środek bezpieczeństwa przy falach krótkich. Wy-



Rys. 1

daje się to jednak niepotrzebne. Przynajmniej na fali 80 metrów nie zauważyłem różnicy w działaniu, gdy kontakt tego ostatniego przypadkowo się odlutował.

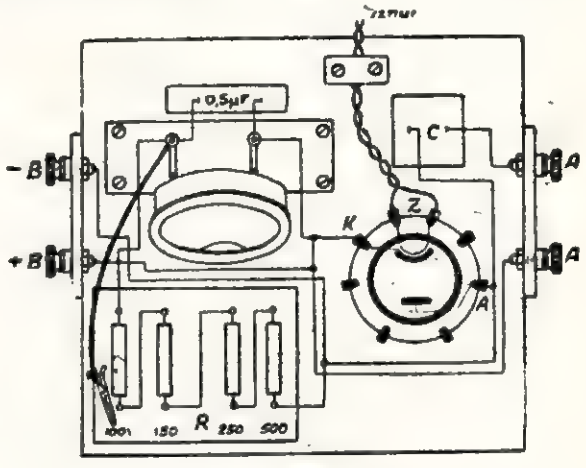
Trzeba jednak podkreślić, że dla częstotliwości radiowych, obecność na stałe dużej pojemności szeregowej jest nie pożądana, ze względu na to, że stanowi ona dość znaczną jednocześnie pojemność bocznikową do masy. Dla pomiarów przy wysokich częstotliwościach pozostawimy więc tylko małą pojemność szeregową a dużą wyłączamy.

3) Trzecim punktem, na który szczególnie pragnąłbym zwrócić uwagę Czytelników, jest izolacja. Zarówno kondensator jak i lampa, nie mówiąc o przyrządzie, muszą wytrzymywać pełne napięcie mierzone, które w przyrządzie modelowym wynosi 500 wolt maksimum. Zwykłe lampy znoszą zresztą to napięcie z łatwością.

Jedyną poważniejszą trudnością związaną z budową przyrządu jest konieczność żarzenia użytej lampy prostowniczej. Najłatwiej i najprościej będzie jeśli użyjemy do tego odpowiedniego transformatora. Może to być transformator o uzwojeniu wtórnym żarzenia dostosowanym do użytej lampy prostowniczej. Doskonale nadaje się więc na przykład lampa typu AZ1 lub AZ11. Przy użyciu lampy typu np. EZ11 lub EZ12 lub tp. można dla dorywczych pomiarów, korzystać z istniejącego w danym aparacie napięcia żarzenia. Doprowadzenie żarzenia musi być jednak robione z bardzo dużą ostrożnością tak, aby nie spowodować zwarcia ani w pierwszej chwili podłączenia, ani dalej w czasie pomiarów.

Jeszcze inne rozwiązanie, może najprostsze, stanowi użycie lampy uniwersalnej typu np. UY1N, UY11 itp. Żarzenie dołącza się tu wprost do sieci poprzez opór redukcyjny. Dla wymienionych przed chwilą lamp oraz sieci o napięciu 220 wolt opór redukcyjny wynosi 1700 omów, przy obciążeniu (faktycznym) 17 watów. Obliczenie oporu w tym lub innym przypadku jest proste: napięcie żarzenia lampy wynosi 50 wolt, przy poborze prądu 0,1 ampera. Pozostaje do zredukowania 220 — 50 = 170 wolt, czego przy przepływie prądu 0,1 amp. dokona oporność 170/0,1 = 1700 omów, zaś pobrana przez tę ostatnią moc wyniesie 170 . 0,1 = 17 watów. Oczywiście opornik służący do tego celu musi być dobrany z pewnym zapasem. Będzie to najlepiej opornik drutowy o dostatecznych wymiarach. Dla orientacji podamy, że opornik drutowy znosi dobrze obciążenie jeśli jego powierzchnia (uzwojenia) wynosi dwa razy tyle centymetrów kwadratowych co mamy do stracenia watów. W naszym więc wypadku będzie potrzeba opornika o powierzchni 34 cm². Dla pomiarów dorywczych, krótkotrwałych można się zadowolić mniejszym opornikiem. Nadaje się tu na przykład opornik redukcyjny z odbiornika DKE, o oporności całkowitej 2200 omów. Można nawet nie redukować tej wartości, w większości bowiem wypadków lampa będzie funkcjonowała przy nieco zmniejszonym w ten sposób żarzeniu. Nie należy jednak zapominać, że opornik ten jest zasadniczo przewidziany dla pracy przy przepływie prądu 50 mA, w nowych więc, trudniejszych warunkach powinien pracować tylko dorywczo. Dodamy jeszcze, że żarzenie w tym układzie nie powinno być dołączone do żadnego punktu układu pomiarowego.

Jeszcze jedno, bardzo dobre rozwiązanie stanowi użycie jakiejś lampy bateryjnej: żarzenie jej z bateryjki umieszczonej na desce woltomierza wraz z wyłącznikiem żarzenia.



Rys. 2

Interesującą własnością przyrządu jest to, że może on służyć jednocześnie jako woltomierz na prąd stały. Wystarczy przyłożyć do mierzonego źródła zaciski B — B. Oczywiście wtedy lampa jest zgaszona lub po prostu wyjęta ze swojej podstawki. Inny wariant stanowi przypadek, gdy ktoś ma już gotowy woltomierz na prąd stały. Wystarczy wtedy, nie wbudowując na stałe przyrządu, przykładać woltomierz do zacisków B — B i z przyrządu na prąd stały zrobił się od razu przyrząd na prad zmienny.

Niżej podana tabelka zawiera wartości oporności potrzebnych dla pokrycia rozmaitych zakresów i przy przyrządach w różnych poborach prądu dla wychylenia strzałki do pełnej skali.

Czułość miliamperomierza w mA	0,5	1	2	5
Zakres przyrządu w woltach	opór R w kiloomach			
20	40	20	10	4
50	100	50	25	10
100	200	100	50	20
250	500	250	125	50
500	1000	500	250	100

Przy przyrządzie o czułości 3 mA, lepiej wziąć inne zakresy (w nawiasach odpowiadające opory): 60V (20 K Ω), 150 V (50 K Ω), 300 V (100 K Ω) i 600 V (200 K Ω).

Wartości te obliczamy z następującego wzoru:

$$R_K = \frac{\text{napięcie dla pełnego wychylenia}}{\text{prąd dla pełnego wychylenia w mA}}.$$

Zastosowanie: W pracy radioamatora opisany układ znajduje szereg zastosowań, jak na przykład pomiar napięcia na głośniku, na wtórnym uzwojeniu transformatora mikrofonowego, dalej w zaciskach anteny nadajnika itd. Przy tym ostatnim należy zwrócić uwagę na pojemność wejściową układu, która jest rzędu kilkunastu pF. Przy zasilaniu żarzenia ze wspólnego źródła należy dbać o załączenie zacisku przyrządu połączonego z katodą z odpowiednim punktem układu — choć lepiej jest żarzyć przyrząd z osobnego źródła. Bardzo na przykład byłaby tu wskazana lampa jednowoltowa i suche wbudowane na deskę ogniwo. I wygoda i zmniejszona pojemność do ziemi.

O tej ostatniej należy zwłaszcza pamiętać, gdy stosuje się osobny woltomierz, który należy umieszczać jak najbardziej „powietrznie", czyli bezpojemnościowo.

Ważną rzeczą jest wiedzieć, jaką moc konsumuje przyrząd załączony na źródło napięcia zmiennego. Z teorii prostownika dwuelektrodowego wynika, że obciążenie to wynosi około 0,6 R, innymi słowy, przyrząd zachowuje się tak, jakby zamiast niego na zaciskach A — A był założony opór wartości 0,6 R. Oto jedna z zasadniczych przyczyn konieczności stosowania czułego miliamperomierza, a więc dużego R.

Radioamator sam musi się zorientować kiedy wolno mu załączyć na źródło napięcia zmienny opór o wartości 0,6 R i jakie ewentualne zmiany w funkcjonowaniu mogą z tego wyniknąć. Zmiany te będą tym mniejsze im mniejszy będzie opór wewnętrzny źródła napięcia zmiennego w stosunku do oporności woltomierza. Niestety jednak w radiotechnice. źródła powyższe mają na ogół wysokie oporności wewnętrzne i błąd wynikający ze wskazań przyrządu zawsze prawie musi być wzięty pod uwagę. Ale przecież to nie jest wadą naszego przyrządu...

S k a l o w a n i e. Przy użyciu dokładnych oporów przyrząd nie wymaga żadnego skalowania na prąd zmienny.

W przyrządzie modelowym zastosowano dobry miliamperomierz na 1 mA oraz normalne opory masowe jednowatowe, o następujących wartościach: 20—30—50—150—250 K. Uzyskane w ten sposób zakresy wynosiły odpowiednio: 20—50—100—250—500 wolt. Przy porównaniu z dokładnym przyrządem laboratoryjnym, błąd nie przekraczał ±3%, co spełnia wszelkie wymagania radioamatorskie. Oczywiście, zdajemy sobie sprawę, że przyrząd mierzy amplitudę napięcia zmiennego a nie jego wartość skuteczną, jak to czynią normalne przyrządy. Aby tę ostatnią otrzymać, wystarczy jednak tylko podzielić wyniki pomiaru przez

$$\sqrt{2} = 1{,}41$$

K o n s t r u k c j a. Przyrząd można zbudować na deseczce z dykty około 15×10 cm starannie izolując punkty przed napięciem. Przełączanie napięć może się odbywać za pomocą przełącznika, albo przez wkładanie wtyczki do odpowiednich gniazdek, albo też w prowizoryczny sposób za pomocą krokodylka, jak to pokazuje szkic przyrządu (rys. 2) tak jak był on wykonany dla wymienionych wyżej prób i doświadczeń.

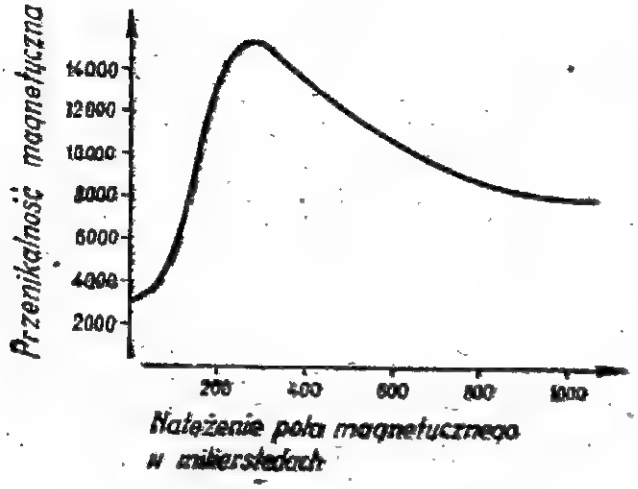
Wzmacniacze bez lamp

KAŻDY RADIOTECHNIK, przed którym staje zadanie zaprojektowania lub zmontowania jakiegokolwiek wzmacniacza, czy to niezależnego, czy też mającego stanowić część odbiornika lub innego urządzenia radiowego, szuka przede wszystkim odpowiednich lamp. To też niemałe zdziwienie wywoła zapewne wiadomość, że lampa elektronowa nie jest niezbędnym elementem układu wzmacniającego. Zdziwienie to spotęguje się, jeśli powiemy, że lampę może zastąpić kondensator. Nie biegnij jednak czytelniku, jeśli nawet jesteś entuzjastą nowości, po kondensatory do najbliższego sklepu z artykułami radiotechnicznymi. Dlaczego? Oto wyjaśnienie.

W ostatnich latach uczeni — jak wynika z publikacji w fachowych czasopismach fizycznych — głównie radzieccy, prowadzili intensywne badania zjawiska ferroelektryczności. Już sama nazwa wskazuje, że chodzi tu o podobne właściwości w dziedzinie elektrostatyki, jakie w dziedzinie magnetyzmu wykazuje żelazo (nazwa chemiczna — ferrum). Wiemy, że zależność indukcji magnetycznej od natężenia pola magnetycznego w żelazie jest linią krzywą. Wynika z tego dalej, że przenikalność magnetyczna żelaza, której wartość jest określona przez stosunek indukcji magnetycznej do natężenia pola, nie jest liczbą stałą lecz zależy od natężenia pola. Pamiętamy wreszcie, że wartość przenikalności magnetycznej dla żelaza oraz pewnych stopów ferromagnetycznych charakteryzuje się bardzo dużymi liczbami, niespotykanymi w przypadku innych materiałów.

Na rys. 1 podano krzywą przenikalności magnetycznej dla jednego ze stopów magnetycznych tzw. permalloyu.

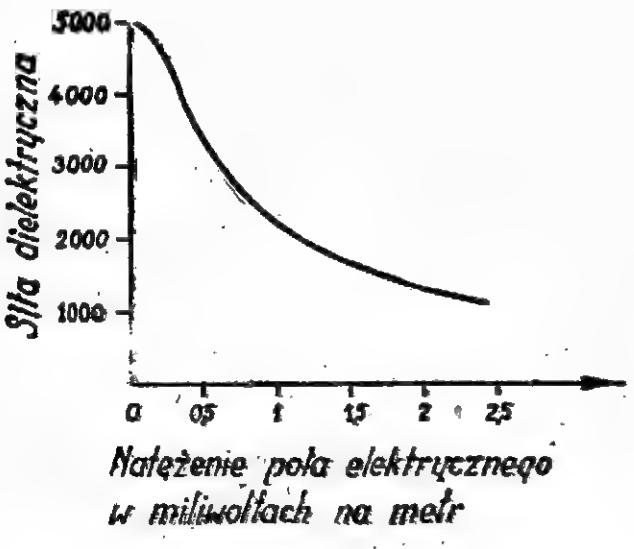
Otóż wśród materiałów izolacyjnych znaleziono pewne, które wykazują bardzo duże wartości stałej dielektrycznej. Jednocześnie ta stała jest zależna



Rys. 1

od natężenia pola elektrycznego w podobny sposób jak przenikalność magnetyczno ferromagnetyków — od natężenia pola magnetycznego. Pokazano to na rys. 2. Materiały te nazwano ferrodielektrykami.

Jeżeli z ferrodielektryka zostanie wykonany kondensator, to jego pojemność, a co za tym idzie opór

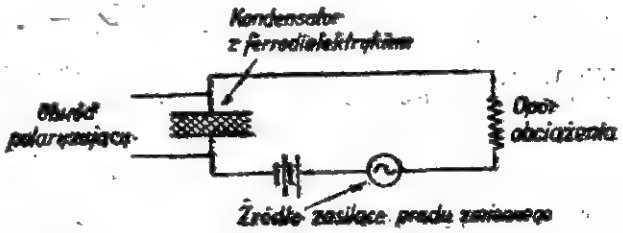


Rys. 2

pojemnościowy, będą się zmieniać w zależności od przyłożonego doń napięcia. Aby zrozumieć jak to może wpływać na własności wzmacniające, rozpatrzymy zasadniczy obwód z tego rodzaju kondensatorem ferrodielektrycznym (rys. 3).

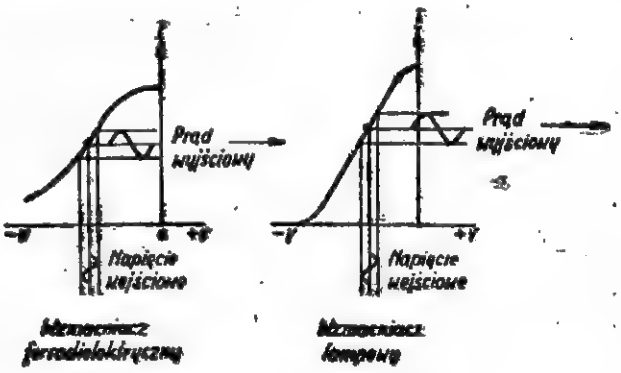
Kondensator ferrodielektryczny znajduje się w zwykłym obwodzie prądu zmiennego, który odpowiada obwodowi anodowemu we wzmacniaczu z lampą elektronową, z tą jednak różnicą, że w obwodzie tym niezbędne jest źródło prądu zmiennego, bowiem kondensator dla prądu stałego stanowi przerwę. Jednocześnie kondensator ferrodielektryczny jest polaryzowany pewnym niewielkim napięciem za pośrednictwem drugiego obwodu, który odpowiada obwodowi siatkowemu w zwykłym wzmacniaczu lampowym. Nie trzeba dodawać, że schemat przedstawiony na rys. 3 ma wyłącznie charakter ideowy.

Wzmacnianie otrzymane w podanym układzie polega na tym, że — dzięki wspomnianym już właściwościom ferrodielektryków — niewielkie zmiany napięcia polaryzującego wywołują duże zmiany sta-



Rys. 3

łej dielektrycznej kondensatora, a co za tym idzie jego pojemności, oporu pojemnościowego, a wreszcie prądu płynącego w obwodzie głównym. Uprzytomnimy to sobie lepiej porównując zależności prądu w obwodzie głównym (anodowym) od napięcia polaryzującego (siatkowego) dla wzmacniacza ferrodielektrycznego i lampowego (rys. 4). Na charak-



Rys. 4

terystykach uwidoczniono, dobrze znanym radiotechnikom sposobem wykreślnym, działanie wzmacniające obu układów.

Wzmacniacz ferrodielektryczny wychodzi obecnie dopiero z laboratoriów badawczych. Do potocznego zastosowania w technice wiedzie jeszcze daleka droga. Jednak przy szybkości postępu dzisiejszej techniki na pewno nie upłynie zbyt wiele czasu do momentu, kiedy zamiast lampy elektronowej be-

dziemy niejednokrotnie kupować specjalny kondensator. Czy oznacza to zmierzch lampy elektronowej. Stanowczo nie! Lampa elektronowa jest jeszcze u progu swego rozwoju. Ciągle rodzą się nowe jej typy, rośnie obszar zastosowań i liczba produkowanych egzemplarzy.

Wzmacniacz ferrodielektryczny ma jak wszystkie urządzenia techniczne zarówno zalety jak i wady. Nie będzie on stanowić konkurencji dla wzmacniacza z lampą elektronową, lecz jedynie cenne uzupełnienie tego ostatniego w pewnym zakresie zastosowań.

Aby to lepiej sobie uprzytomnić zestawmy najważniejsze zalety i wady wzmacniacza ferrodielektrycznego.

Ferrodielektryczny element wzmacniający jest trudny do uszkodzenia, nie wymaga żarzenia jak lampa elektronowa, daje duże wzmocnienie, ma małe wymiary, jest tani, wzmacnia przebiegi w zakresie od prądu stałego do częstotliwości radiowych i reprezentuje dużą wejściową oporność pozorną.

Już z tego krótkiego zestawienia widać, że zalety tego typu wzmacniacza są poważne. Małe wymiary, taniość i brak obwodu żarzenia rokują mu perspektywy zastosowania w urządzeniach przenośnych i ruchomych. Szeroki zakres wzmacnianych częstotliwości, duża wartość wzmocnienia i duża oporność wejściowa są zaletami elektrycznymi, które rozumie każdy radiotechnik.

Wzmacniacz ferrodielektryczny ma jednak również wady. Najpoważniejszą z nich stanowi znaczna zależność własności obecnie znanych ferrodielektryków od temperatury. Stała dielektryczna tych ciał zależy w bardzo dużym stopniu od temperatury. Powyżej pewnych temperatur ferrodielektryki tracą swoje typowe właściwości, jednak również przy temperaturach niższych stała dielektryczna nie ma stałej wartości. Wskutek tego wzmocnienie układów z ferrodielektrykami zależy w znacznym stopniu od temperatury. Wymaga to stosowania specjalnych układów kompensujących.

Drugim poważnym ograniczeniem zastosowania wzmacniaczy ferrodielektrycznych jest górna częstotliwość, powyżej której praca ich jest niemożliwa. Wartość tej częstotliwości w obecnym stanie badań określa się na 10 Mc/s. A więc wzmacniacze ferrodielektryczne nie mogą być stosowane dla fal krótszych niż 30 m.

Jest jednak prawdopodobne, że dalsze prace w tym kierunku pozwolą rozszerzyć dopuszczalny zakres częstotliwości.

Inne wady wzmacniacza dielektrycznego nie są już tak wielkie. Należy tu wymienić małą moc, stosunkowo znaczne straty (kąt stratności ferrodielektryków jest większy niż dla miki), zależność przesunięcia fazowego przebiegów wejściowego i wyjściowego od rodzaju zastosowanego ferrodielektryka, a wreszcie konieczność zasilenia prądem zmiennym wielkiej częstotliwości.

Na zakończenie dodamy, że w ostatnich latach opracowano jeszcze kilka innych elementów wykazujących działanie wzmacniające, a nie będących lampami elektronowymi.

Wszystkie one podlegają dalszym badaniom i każdy niemal miesiąc przynosi wiadomości o nowych osiągnięciach na tym polu.

Z. M.

Poczta RADIOAMATORA

NA ZAPYTANIA

CO TO JEST AUTOMATYCZNE I PÓŁAUTOMATYCZNE PRZEDPIĘCIE?

WYJAŚNIAMY NAJPIERW co nazywamy przedpięciem i w jakim celu stosuje się je, a następnie rozpatrzymy metody otrzymywania przedpięć w sposób automatyczny i półautomatyczny.

Przedpięcie jest to stały potencjał przyłożony do siatki sterującej S_1 lampy w ten sposób, aby siatka ta była ujemnie spolaryzowana względem katody.

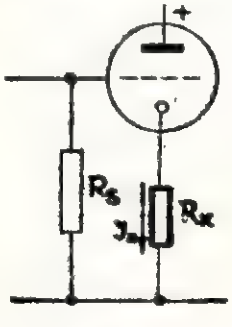
Celem stosowania ujemnego przedpięcia jest wyznaczenie lampie takiego punktu pracy na jej charakterystyce, aby lampa nie powodowała zniekształceń, a w szczególności chrypienia. W najprostszy sposób można to osiągnąć przez włączenie odpowiedniej baterii np. bateryjki kieszonkowej pomiędzy siatkę S_1 i katodę, przy czym biegun ujemny należy połączyć z siatką a dodatni z katodą lampy. Bateria ta zwana baterią siatkową w zasadzie nie wyczerpuje się, ponieważ w obwodzie siatki sterującej nie płynie prąd; praktycznie może ona pracować kilka, a nawet kilkanaście miesięcy.

Ten sposób dostarczania lampie przedpięcia jest wprawdzie bardzo prosty, ma jednak zasadniczą wadę, gdyż wymaga dodatkowego źródła napięcia stałego, co jest szczególnie niewygodne w odbiornikach zasilanych z sieci oświetleniowej. Z tego powodu najczęściej stosuje się automatyczne lub półautomatyczne przedpięcie siatki.

Przedpięcie automatyczne dla lamp pośrednio żarzonych uzyskuje się przez włączenie do obwodu katody oporu katodowego, przez który płynie prąd anodowy lampy plus prądy siatek np. siatki ekranującej w pentodach ($J_a + J_{e}$) (rys. 1). Dla otrzymania na oporze katodowym spadku napięcia, równego niezbędnemu przedpięciu siatki (U_{s_1}) musi on mieć wartość wynikającą z zależności:

$$R_K = \frac{U_{s_1}}{J_a + J_e}.$$

— Biorąc pod uwagę kierunek przepływu prądu przez opór R_K, który jest taki sam jak prądu płynącego przez lampę (od anody do katody) stwierdzimy, że koniec oporu od strony katody będzie miał potencjał wyższy niż jego koniec przeciwny tj. od strony ogólnego minusa. Wobec tego siatka sterująca połączona z minusem będzie miała względem katody potencjał ujemny. Opór siatkowy R_S nie ma wpływu na wielkość przedpięcia ze względu na brak prądu siatki, wobec czego na oporze tym nie ma żadnego spadku napięcia



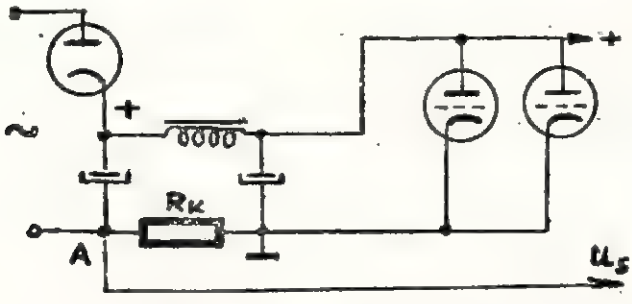
Rys. 1

($J_S \cdot R_S = 0$; bo $J_S = 0$).

Ten sposób ujemnej polaryzacji siatki nazywa się dlatego automatyczny, gdyż jednocześnie ze zmianą prądu anodowego

zmienia się wartość przedpięcia. Mianowicie ze wzrostem prądu wzrasta także przedpięcie siatki na oporze katodowym co znów powoduje zmniejszenie prądu; w ten sposób lampa automatycznie chroniona jest przed przeciążeniem.

Stosowanie oporu katodowego jest niekorzystne z dwóch powodów: po pierwsze traci się na tym oporze część mocy użytecznej, a po wtóre zmienne napięcie panujące na tym oporze osłabia wzmocnienie danego stopnia. Z tych powodów R_K musi być zablokowany równolegle kondensatorem katodowym C_K, którego opór dla prądu zmiennego przy najniższej częstotliwości przenoszenia nie powinien przekraczać 30 proc. wartości oporu katodowego (spadek napięcia zmiennego na tym kondensatorze musi być możliwie mały).



Rys. 2

Teoretycznie pojemność kondensatora C_K musiałaby być nieskończenie duża, w praktyce wynosi ona najczęściej kilkadziesiąt mikrofaradów.

Jeśli kondensator ma pojemność niewystarczającą odbija się to na wzmocnieniu, które spada przy braku kondensatora aż do jednej trzeciej normalnej wartości. Dlatego w przypadku uszkodzenia kondensatora katodowego siła głosu urządzenia wzmacniającego zwykle maleje.

Przyjmując przeciętną wartość oporności pozornej kondensatora R_C jako $\frac{1}{10}$ część oporu katodowego R_K można wyznaczyć pojemność C_K w zależności:

$$R_K = 10\ R_C,\ \text{ale}\ R_C = \frac{1}{\omega C_K};$$

wobec tego

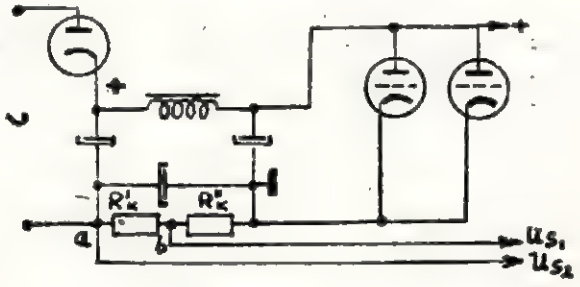
$$C_K = \frac{10}{\omega R_K},\ \text{gdzie}\ \omega = 2\pi f.$$

Dla częstotliwości $f = 30$ okr/sek. otrzyma się pojemność C_K w mikrofaradach ze wzoru

$$C_K = 5300\ \frac{1}{R_K}.$$

Kondensatory katodowe są niskonapięciowe, dlatego wymiary ich są małe pomimo dużych pojemności.

Przechodząc do półautomatycznego sposobu otrzymywania przedpięcia siatkowego należy zauważyć, że jest to sposób oszczędnościowy, który pozwala na uniknięcie stosowania dla każdej lampy oddzielnie oporu i kondensatora katodowego. Zamiast nich korzysta się ze wspólnego źródła stałych napięć siatkowych jednego dla wszystkich lamp pracujących w aparacie. Jest nim, podobnie jak poprzednio, opór katodowy, bocznikowany w razie potrzeby przez kondensator C_K, z tą jednak różnicą, że przez opór ten przepływa prąd anodowy nie jednej tylko lampy, lecz suma prądów płynących przez wszystkie lampy. Schemat układu, w którym otrzymuje się takie wspólne przedpięcie w sposób półautomatyczny na oporze R_K widoczny jest na rys. 2.



Rys. 3

Potencjał chassis, na którym zbudowano aparat jest wyższy od potencjału punktu A o przedpięcie siatkowe, dzięki czemu uzyskuje się wspólne ujemne napięcie siatkowe.

Ten sposób ma szczególne zastosowanie do lamp żarzonych bezpośrednio. Jeśli poszczególne lampy muszą otrzymać różne przedpięcia stałe, co zwykle ma miejsce, opór R_K dzieli się wtedy na takie części, aby otrzymać na nich potrzebne spadki napięć. Takie rozwiązanie przedstawia rys. 3.

Największe przedpięcie uzyska się w punkcie a, niższe w punkcie b, leżącym bliżej chassis. W ten sposób dzieląc opór katodowy można otrzymać dowolne przedpięcie siatkowe z utworzonego dzielnika napięć. Dla zmniejszenia efektu przydźwięku sieci blokuje się każdy z przewodów doprowadzających przedpięcie oddzielnie kondensatorem katodowym do chassis, co jednak nie zawsze jest konieczne.

Półautomatyczny sposób otrzymywania przedpięć siatkowych ma zastosowanie przede wszystkim w małych odbiornikach, gdzie ze względu na miejsce chodzi o jak najdalej posunięte zmniejszenie ilości niezbędnych elementów układu.

W niektórych przypadkach można spotkać zarówno półautomatyczny jak i automatyczny sposób ujemnego cechowania siatek sterujących, a mianowicie lampa głośnikowa otrzymuje przedpięcie półautomatycznie, pozostałe lampy — automatycznie.

ODPOWIEDZI

„Radioamator z Białegostoku".

Niekompletny rocznik miesięcznika „Radio" z r. 1947 bez numerów 7-8, 9, 10, 11-12 może Ob. otrzymać po wpłaceniu na konto I-330 9 zł. Numery z 1946 r. są już w większości wyczerpane. Reklamacje w sprawie doręczania miesięcznika, za który opłata została już wniesiona, należy kierować do P.P.K. „Ruch".

Ob. Fabis Mieczysław — Gorlice.

Opis urządzenia wibratorowego podany był w nr. 3 Radioamatora z 1951 r. Numery 26, 27 i 29 tygodnika „Radio i Świat" z 1948 r., o które Ob. zapytuje, są już wyczerpane.

Ob. Zygmuntowicz Eugeniusz — Radoszyce 5 p-ta Chobienia woj. Wrocław.

Dane katalogowe lamp: RV2P800, 2) RL2,4P2, 3) CO257 i 4) 6∅6 są następujące:

1) $U_ż = 1{,}9$ v.; $I_ż = 0{,}18$A.; $U_a = 120$ v.; $I_a = 3{,}5$ mA.; $U_{s_1} = -1{,}5$ v.; $U_{s_2} = 80$ v.; $I_{s_2} = 0{,}8$ v.;

2) $U_ż = 2{,}4$v.; $I_ż = 0{,}165$A.; $U_a = 130$ v.; $I_a = 11{,}5$ mA.; $U_{s_1} = -6$ v.; $U_{s_2} = 130$ v.; $I_{s_2} = 2{,}5$ mA.;

3) $U_ż = 2$ v.; $I_ż = 0{,}25$A.; $U_a = 100$ v.; $I_a = 6$ mA.; $U_{s_1} = -3$ v.; $U_{s_2} = 100$ v.; $I_{s_2} = 1{,}5$mA.;

4) $U_ż = 6{,}3$ v.; $I_ż = 0{,}7$A.; $U_a = 250$ v.; $I_a = 34$ mA.; $U_{s_1} = -16{,}5$ v.; $U_{s_2} = 250$v.; $I_{s_2} = 6{,}5$ mA.; $R_w = 80$ K. Ω.

Cokoły pierwszych dwóch lamp różnią się między sobą tym, że S_3 w lampie RV2P800 łączy się z kontaktem prawym tak jak Ob. naszkicował, a w drugiej z lamp z kontaktem lewym. W miesięczniku „Radio" nr. 10 z 46 r. podane były schematy cokołów i dane katalogowe interesujących Ob. lamp.

Ob. Augustyniak Władysław — p-ta Brzezie, wieś Łysokanie, pow. Bochnia.

Cewki do odbiornika dwuobwodowego może Ob. wykonać wg. danych, jakie podaliśmy w numerze 1 Radioamatora z 1951 r. dla zespołu jednoobwodowego. Zespoły do dwóch obwodów różnić się będą między sobą tylko tym, że jeden z nich będzie miał cewkę reakcyjną, drugi zaś należy wykonać bez tej cewki. Kondensator strojeniowy C7 powinien mieć pojemność 500 pikofaradów.

Ob. Zawicki Waldemar — Włocławek, Grodzka 13.

Schemat odbiornika Blaupunkt 4W6 z lampami ACH1, RENS1234, RENS1254, RES964 i RGN1064 nie był drukowany w miesięczniku. Heksodę ACH1 można zastąpić oktodą AK2, znajdującą się w sprzedaży rynkowej.

Ob. Norys Alojzy — Libiąż Wielki 122, pow. Chrzanów.

Schemat odbiornika Philips Aachen Super D60 z lampami AK2, AF3, EFM11, ABL1 i AZ1 znajdzie Ob. w numerze 2 tygodnika „Radio i Świat" z 1949 r.

Ob. Thomas Paweł — Racibórz, Starowiejska 112.

Schemat posiadanego przez Ob. odbiornika z lampami AF7, AF3, AL5, i prawdopodobnie z lampą prostowniczą AZ1 możemy wskazać po otrzymaniu informacji co do firmy, jaka wyprodukowała ten odbiornik. Sądzimy, że lampa AL5 jest typem zastępczym zamiast lampy AL4. Schemat podobnego aparatu z lampami AF7, AF7, AL4 i AZ1 podany był w numerze 7 Radioamatora z roku 1950.

Ob. Sokołowski Florian — Bydgoszcz, Jackowskiego 20.

Schematu samopiszącego odbiornika sygnałów telegraficznych nie posiadamy. Radzimy zwrócić się w tej sprawie do wydawnictw telekomunikacyjnych — Warszawa, ul. Czackiego 3/5.

Ob. Lower Jan — Ciężkowice 48 (Szczakowa).

Kursy dla radioamatorów organizuje i prowadzi Społeczny Komitet Radiofonizacji Kraju (SKRK) — radzimy porozumieć się w tej sprawie z Zarządem Okręgowym w Katowicach, ul. 3 Maja 19. Zamiast lamp RENS1374d, RENS1264 i RGN1064 można użyć typy: AL4, AF7 i AZ1.

Ob. Poźniak Stanisław — Tarnogórze, p-ta Izbica (Krasnystaw).

Wzmocnienie siły odbioru na aparat kryształkowy można uzyskać przez zastosowanie wzmacniacza lampowego. Wzmacniacz taki typu bateryjnego jedno- i dwulampowy opisany był w numerach 1, 2 i 3, a typu sieciowego w numerach 6 i 7 Radioamatora z r. 1950.

ROZMOWY Z CZYTELNIKAMI

Każdego dnia poczta przynosi nam kilkanaście listów od naszych Czytelników. Świadczy to o poczytności *„Radioamatora"* o jego użyteczności i o jego żywych związkach z najszerszymi masami radioamatorów.

Przy obecnym nakładzie należy przyjąć, że „Radioamatora" czyta około 70 tysięcy osób. Zważywszy specjalny charakter naszego pisma, jest to liczba bardzo poważna. Tak liczna jest rodzina radioamatorska. Jest ona zapewne liczniejsza, tylko pismo nasze jeszcze do nich nie dotarło. Jesteśmy jednak przekonani, że rodzina radioamatorska będzie się stale powiększać, gdyż dziedzina radiotechniki jest wciąż jeszcze dziedziną przyszłości. Wszak telewizja stawia dopiero pierwsze kroki, telewizja barwna jest jeszcze w powijakach. A co kryje jeszcze w sobie radiofonia? Któż z nas może to przewidzieć? Mózg ludzki pracuje bezustannie i w każdej dziedzinie wprowadzane są nowe ulepszenia.

W każdym miasteczku i w każdej wsi powinny powstać koła radioamatorskie, gdyż wspólne studiowanie zagadnień radiotechniki jest o wiele łatwiejsze. A żadne koło nie może się obejść bez naszego czasopisma „Radioamator", który jest jedynym tego rodzaju pismem polskim, jedynym doradcą i przyjacielem każdego radioamatora, a nawet każdego fachowca w dziedzinie radiotechniki.

Wśród listów, jakie otrzymujemy, jest wiele takich, w których Czytelnicy, szczególnie nowi, proszą o dosłanie im niektórych numerów dawniejszych. Spełnienie tego życzenia nie jest sprawą łatwą. Poczytność „Radioamatora" jest tak duża, że cały nakład idzie do sprzedaży i tylko nieznaczna ilość egzemplarzy pozostaje w Wydawnictwie dla celów administracyjnych.

Jaka jest najpewniejsza droga otrzymywania „Radioamatora"? Zamówić pismo nasze u listonosza, albo w najbliższym urzędzie pocztowym i zapłacić z góry co najmniej za kwartał. W tym przypadku trzeba jednak dotrzymać pewnych terminów: na I kwartał lub na cały rok należy zamawiać u listonosza, czy w urzędzie pocztowym do 15 grudnia; na drugi kwartał do 15 marca; na III kwartał lub 1/2 roku — do 15 czerwca i na IV kwartał do 15 września. Jeśli nie dotrzymaliśmy tych terminów możemy jeszcze wpłacić należność wprost do Państwowego Przedsiębiorstwa Kolportażu „RUCH" na konto I-21305/110 z zaznaczeniem, że jest to na prenumeratę „Radioamatora". Gdybyśmy i o tym zapomnieli pozostaje droga ostatnia: żądanie „Radioamatora" w każdym kiosku z gazetami. Nie jest to droga najgorsza. Kiosk, w którym stale zaopatrujecie się w gazety i czasopisma, kiosk najbliższy Waszego domu, czy miejsca pracy powinien mieć również „Radioamatora". Jeśli nie dla Was, gdyż otrzymujecie w prenumeracie, to dla Waszego kolegi, który interesuje się dziedziną radiotechniki. Żądajcie zatem w Waszym kiosku „RADIOAMATORA".

KOMUNIKAT SKRK

Centralny Ośrodek Zaopatrzenia Kół Radioamatorskich i Radioamatorów przy Zarządzie Okręgowym SKRK w Poznaniu, ul. Armii Czerwonej 49 dysponuje następującym sprzętem radiowym.

1. Membrany do głośników o średnicy do 22 cm w cenie 1,15—1,38 zł
2. Aparaty radiowe 3-lampowe sieciowe i bateryjne zdekompletowane 57,50 „
3. Dławiki wielkiej częstotliwości różne 1,73 „
4. Wzmacniacze 25 W Siemensa bez lamp 230,00 „
5. Miliamperomierze 4,5 mA tablicowe ∅ 75 mm 69,00 „
6. Uniwersalne przyrządy pomiarowe (woltamperomierz z omomierzem do 5 K omów) z drobnymi uszkodzeniami 65,55 „
7. Przyrządy kieszonkowe na prąd stały o zakresach 0—15—250 V 88,00 „
8. Kondensatory elektrolityczne o pojemnościach 8 μF, 32 μF, 2×8 μF, 2×16 μF na napięcie 450-500 V w cenie 25,20 — 54,00 „

Zamówiony sprzęt wysyła się za zaliczeniem pocztowym z doliczeniem kosztów opakowania i przesyłki.

WYJAŚNIENIE

Redakcja „Radioamatora" otrzymała z biura Radiofonizacji Kraju w Gliwicach pismo następującej treści:

W związku z notatką, jaka ukazała się w miesięczniku Nr 1 „Radioamator" w sprawie radiowęzła Zakładowego „Huty Pokój" w Nowym Bytomiu wyjaśniamy, iż wina niewykonania radiofonizacji w Hucie „Pokój" leży po stronie tamtejszej Dyrekcji.

W dniu 15.X.1951 r. przedstawiciele Radiofonizacji Kraju z Gliwic zgłosili się do Dyrekcji Huty w sprawie uzgodnienia warunków i przystąpienia do wykonania robót. Dyrekcja oświadczyła na tej konferencji, że nie ma przyznanego limitu.

Wobec czego wysłano pismo dnia 17.X. 1951 r. l. dz. 42408-51-TU w sprawie nadesłania zlecenia, które zostało bez odpowiedzi. Następnie dnia 30.X.1951 r. l. dz. 42552-51-TU wysłano monit, na który otrzymano odpowiedź dnia 23 listopada 1951 r., w której podano wysokość limitu na radiofonizację oraz zlecono wykonanie robót. Z uwagi na to, że dokumentacja wykonywana przez Spółdzielnię Inż. „Osiedle" nie została opracowana, nie można było przystąpić do prac radiofonizacyjnych.

Zaznaczamy, że wykonanie robót radiofonizacyjnych w roku 1952 przejęło Przedsiębiorstwo Robót Telekomunikacyjnych, Warszawa, ul. Ząbkowska 15.

ODPOWIEDZI SEKRETARIATU REDAKCJI

Ob. Dukat Henryk — Ostrowy Górnicze.

Podziwiamy Wasz zapał do pracy, wytrwałość i chęć pogłębienia wiedzy z dziedziny radiotechniki.

„Zasady radiotechniki" Sacharewicza i Żebercowa możecie sprowadzić za pośrednictwem Domu Książki w Będzinie lub w Katowicach, jeśli nie będzie wyczerpana.

Ob. Foryś Jan — Elbląg.

Po żądane numery należy się zwrócić pod adresem: Polskie Radio, Dział Wydawnictw, Warszawa, ul. Noakowskiego 20. Gdyby numery były wyczerpane, prosimy zwrócić się do nas ponownie w sprawie wzmacniacza bateryjnego. Sądzimy jednak, że czytając pilnie „Pocztę Radioamatora" znajdziecie i dla siebie odpowiedź w sprawie wymienionego wzmacniacza.

Ob. Juzoń Kazimierz — Zabrze.

Zauważyliście zapewne, że w „Radioamatorze" nastąpiła zmiana wydawcy. Ponieważ remanenty z ub. r. nie zostały jeszcze przejęte przez Wydawnictwa Komunikacyjne, prosimy zwrócić się o żądane numery do Polskiego Radia, Dział Wydawnictw, Warszawa, ul. Noakowskiego 20.

Zmniejszenie indukcyjności cewek ekranowych

CEWKI INDUKCYJNE w każdym nowoczesnym odbiorniku są ekranowane za pomocą kubków metalowych, najczęściej miedzianych, w celu zmniejszenia do minimum niepożądanych sprzężeń międzyobwodowych. Działanie ekranu nie ogranicza się niestety do zmniejszenia sprzężenia, redukuje on także indukcyjność cewki L, w proporcji zależnej od wymiarów geometrycznych cewki i kubka oraz powiększa on tłumienie cewki. Fakt zmniejszania indukcyjności jest powszechnie znany, trudno jednak zdać sobie sprawę w jakim stopniu on występuje. Fabryki cewek mają pod tym względem nagromadzone liczne dane praktyczne; dla radioamatora będzie zaś pożyteczne, gdy będzie on mógł od razu obliczyć stratę indukcyjności na skutek zaekranowania cewki, zwłaszcza jeśli to obliczenie będzie bardzo łatwe i proste.

Jeżeli wyobrazimy sobie ekran jako pojedyńczy zwój drutu naokoło cewki, zmniejszenie oporności indukcyjnej (oznaczone przez $\Delta L/$, na skutek sprzężenia ze zwartym zwojem będzie:

$$\Delta L\omega = \frac{M^2\omega^2}{L_s\omega},$$

gdzie M jest indukcyjnością wzajemną pomiędzy cewką a ekranem, a L_s indukcyjnością ekranu (tzw. zwoje) i $\omega = 2\pi f$, gdzie f jest częstotliwością prądu zmiennego. We wzorze powyższym pominięto oporność własną ekranu, jest ona bowiem bardzo mała.

Współczynnik sprzężenia K pomiędzy cewką a ekranem wyraża się wzorem:

$$K = \frac{M}{\sqrt{L \cdot L_s}}$$

gdzie L jest indukcyjnością cewki niezaekranowanej. Zastępując M w pierwszym wzorze przez K, otrzymamy następujące wyrażenie na zmniejszenie indukcyjnej cewki po zaekranowaniu:

$$\Delta L\omega = K^2 L\omega.$$

Stąd zmniejszenie indukcyjności cewki

$$\Delta L = K^2 \cdot L .$$

Indukcyjność cewki w ekranie wynosi więc:

$L_e = L\,(1-K^2)$.

Wartości K^2 dla rozmaitych średnic cewek i ekranów zostały obliczone, a następnie sprawdzone praktycznie. Otrzymane wyniki przedstawia rodzina krzywych podana obok.

Oznaczenia tłumaczą się jak następuje:

l — długość uzwojenia cewki,

d — średnica uzwojenia cewki,

D — średnica ekranu.

Przykład: Cewka długości 40 mm i średnicy 20 mm będzie użyta w kubku o średnicy 40 mm. Jak zmniejszy się indukcyjność cewki w kubku?

$$l = 40,$$
$$d = 20,$$
$$D = 40,$$
$$l/D = 1,$$
$$d/D = 0{,}5.$$

Z krzywych znajdujemy $K^2 = 0{,}13$ indukcyjność cewki w kubku zmniejszy się więc o 13%, czyli inaczej mówiąc wyniesie 87% indukcyjności cewki nieekranowanej.

Gdyby średnica ekranu D zamiast 40 mm wynosiła tylko 30 mm, to:

$$l/D = 1{,}33,$$
$$d/D = 0{,}67$$

i wtedy $K^2 = 0{,}34$. Spadek indukcyjności wyniesie aż 34%, czyli cewka wyniesie tylko 66% swej indukcyjności przed zaekranowaniem.

Krzywe podane na wykresie są wystarczająco dokładne dla celów praktycznych w całym wskazanym zakresie, jednak pod warunkiem, że długość ekranu, o której dotychczas nie było mowy, będzie większa od długości cewki co najmniej o jeden promień cewki (0,5 d).

Jeżeli kubek jest kwadratowy zamiast okrągłego, należy wziąć jako D sześć dziesiątych boku kwadratu.

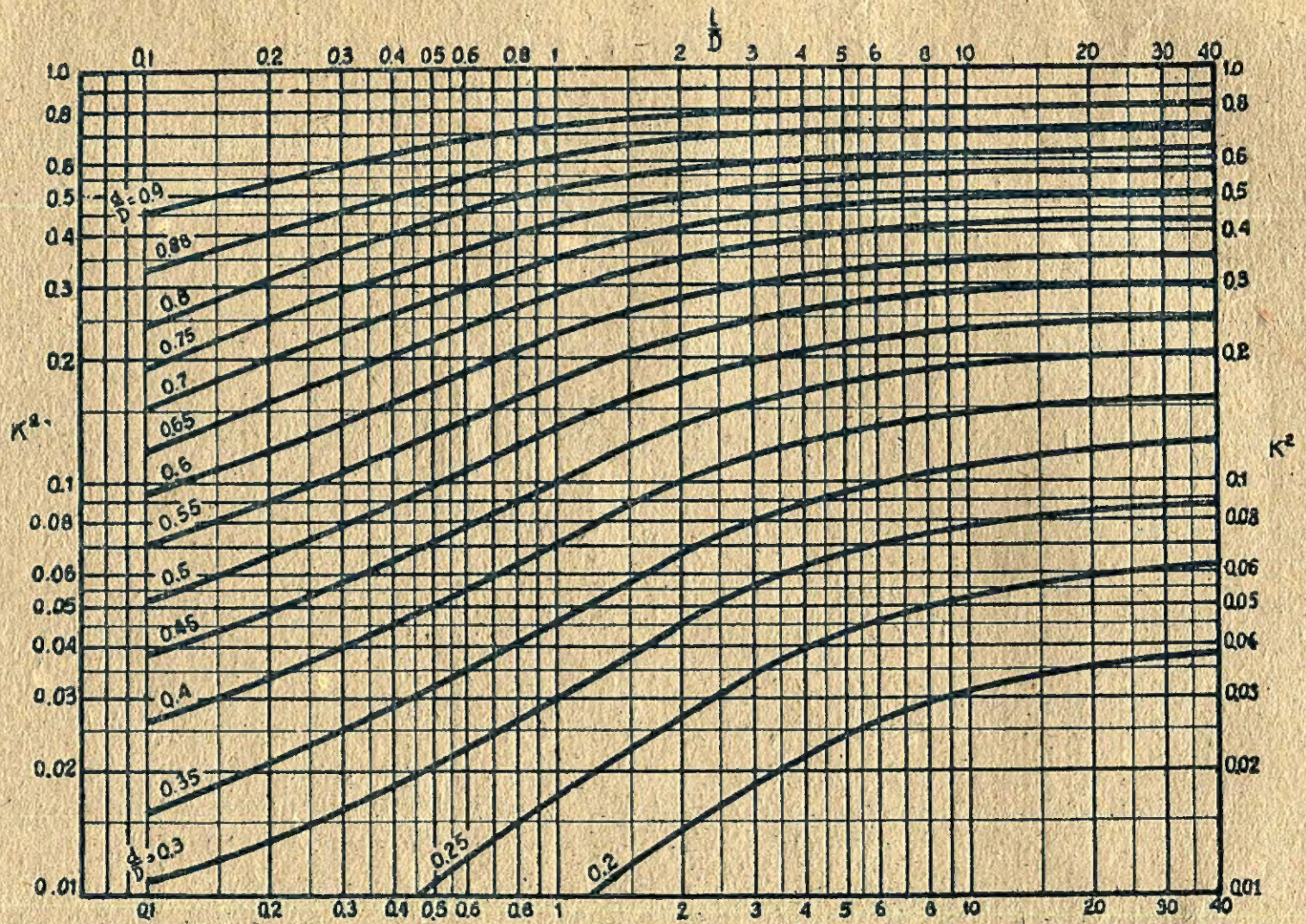
Dla cewek nawiniętych na zamkniętych rdzeniach z żelaza proszkowanego w. cz., krzywe podane obok tracą wiele na dokładności. Tam jednak, gdzie stosuje się tylko mały, otwarty rdzeń ferromagnetyczny, można je stosować z powodzeniem.

REDAGUJE KOLEGIUM. Wydawca: Wydawnictwa Komunikacyjne. Adres Redakcji: Warszawa, Nowogrodzka 62. Administracja: Kazimierzowska 52, tel. 4.00.60 (wewn. 61).

WARUNKI PRENUMERATY: Prenumerata półroczna wynosi zł 24, roczna zł 48 wraz z przesyłką pocztową. Prenumeratę należy wpłacać na konto czekowe w PKO Nr I-21305-110, które brzmi: PPK „Ruch" Centralna Ekspedycja Warszawa, Srebrna 12, z zaznaczeniem „Radioamator".

Obj. 32 stron. Nakład 24.380 egz. Papier ilustr. VII kl. na rot.

Zam. 505. Druk ukończono 13.III.52. Druk: RSW „Prasa" Warszawa, Marszałkowska 3-5. 3-B-10881


l/D
0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.8 1 2 3 4 5 6 8 10 20 30 40
1.0 0.8 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0.08 0.06 0.05 0.04 0.03 0.02 0.01
K²
d/D = 0.9
0.88
0.8
0.75
0.7
0.65
0.6
0.55
0.5
0.45
0.4
0.35
d/D = 0.3
0.25
0.2

$$L = L_o (1 - K^2)$$

Ostatnie nowości:

M. Kasprowicz i E. Żebrowicz „O umowie zbiorowej w porcie", stron 56, format A5, cena — 4,50

Borzymowski Marcin „Morska nawigacja do Lubeki", stron 146, rys. 15, format A5, cena—24,00

Naleszkiewicz Jarosław „Obliczanie drgań kadłubów okrętowych", stron 232, format B5, cena — 65,00

Przewłocka Irena „Światło na maszcie", stron 336, format A5, cena — 23,50

Jaworski Stanisław „O ładunkach w transporcie morskim", stron 120, format A5, cena — 11,50

Sołtys Antoni i Łopuski Jan „Zasady prawne ratownictwa morskiego", stron 120, format A5, cena — 17,50

Strzelecki Władysław „Matematyka dla marynarzy", stron 160, rys. 97, format A5, cena — 18,50

Wągrowski Mieczysław „Rosną siły Polski na morzu", stron 64, rys. 22, format A5, cena — 2,—

Trepka Jerzy „Język rosyjski dla marynarzy", stron 144, rys. 36, format A5, cena — 12,00

Nagawiecki Jan „Obsługa silników spalinowych", stron 144, rys. 74, format A5, cena — 12,50

Stelmasiewicz Ewa „Nasza praca w porcie", stron 64, format A5, cena — 2,00

Pęczalska Anna „Łosoś", stron 64, format A5, cena — 4,00

Łączyński Henryk „Usprawniajmy pracę w porcie", stron 64, format A5, cena — 5,00

Porębski Eugeniusz „Mechaniczne urządzenia magazynowe", stron 80, rys. 25, format A5, cena — 4,50

Grzywaczewski Zbigniew „Walka z pożarami na statkach", stron 400, rys. 146, format A5, cena — 42,00

Święcicki Antoni Dr „Poradnik medyczny dla marynarzy", stron 96, format A5, cena — 9,00

Mańkowski Władysław „Ichtiologia dla rybaków morskich", stron 168, format A5, cena — 11,50

Słuckin Stanisław „Reguły Jorku — Antwerpii", stron 144, format A5, cena — 12,00

Demel Kazimierz „Życie morza", stron 528, rys. 337, format A5, cena — 42,00

Zagórny Kazimierz „Racjonalizatorzy ze statku ratowniczego „Smok", stron 24, format A5, cena — 2,00

Praca zbiorowa „Metoda szybkościowej obsługi statków", stron 164, rys. 25, format A5, cena — 13,50

Trepka Jerzy „Język angielski dla marynarzy", stron 195, rys. 35, format A5, cena — 16,00

Pawlenko G. E. „Podstawy geometrii konstrukcyjnej okrętu", stron 40, format A5, cena — 6,00

Ćwiek Zdzisław „Prace podwodne", cz. I., stron 320, format A5, cena — 52,00

Podoski Roman prof. inż. „Trakcja elektryczna", t. I. stron 464, rys. 356, format B5, cena — 55,00

Twierskoj N. N. „Rozrachunek gospodarczy i pogłębienie jego stosowania na kolejach", stron 104, format A5, cena — 9,70

Skibniewski Leonard inż. „Rolnicze wykorzystanie ścieków miejskich i przemysłowych", stron 240, rys. 39, format A5, cena — 21,00

Książki powyższe są do nabycia we wszystkich księgarniach „Domu Książki".

Wydawnictwa Komunikacyjne

WARSZAWA

ul. Kazimierzowska 52

tel. 400-60/64, wew. 57